



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

汽 车 运 用 与 维 修 专 业 系 列

汽车构造 (第2版)

■ 郭新华 主编



高等教育出版社
Higher Education Press

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

汽车构造

(第2版)

郭新华 主 编
席振鹏 刘海波 副主编

高等教育出版社

内容提要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材，是在第1版基础上修订而成的。全书分五篇，共二十四章。本书针对汽车技术的发展，较系统地对现代汽车结构进行了比较全面的论述。为了突出实用性的特点，减少了理论性分析，结合汽车新技术、新材料、新工艺强化了一些比较先进的典型结构，增加了部分新内容，如可变配气定时机构、柴油电控喷射、自动变速器、多轮驱动和四轮转向等，旨在培养学生的技术应用能力。每章都有学习目标、小结、思考与练习题。

本书可作为高等职业学校、高等专科学校、成人院校及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校汽车运用与维修及相关专业的教材，亦可供相关从业人员阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车构造/郭新华主编. —2版. —北京：高等教育出版社，2008.9
ISBN 978-7-04-024586-8

I. 汽… II. 郭… 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(2008)第 122747 号

策划编辑 徐 进 责任编辑 杜惠萍 封面设计 张志奇 责任绘图 尹 莉
版式设计 张 岚 责任校对 杨凤玲 责任印制 尤 静

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100120	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	北京铭成印刷有限公司		http://www.landaco.com.cn
		畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	787×1092 1/16	版 次	2004 年 7 月第 1 版
印 张	28.5		2008 年 9 月第 2 版
字 数	700 000	印 次	2008 年 9 月第 1 次印刷
		定 价	34.80 元(含光盘)

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 24586-00

第2版前言

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材，是在第1版基础上修订而成的。

目前我国的机动车数量约为1亿6千万辆，汽车保有量超过4 000万辆。2007年汽车产量888多万辆，汽车产量居世界第三，预测2008年汽车产量将突破1 000万辆大关。汽车产品科技含量高，结构形式复杂，但功能要求相同，因此在修订时，仍沿用原教材体系，以典型轿车为示例分析，注意阐述各部件结构之间的有机联系，对各系统、部件整体功能进行阐述，并根据功能要求分析其结构特点，从而使学生掌握汽车结构的一般规律特点。

汽车构造是汽车相关专业的专业基础课，本书选取典型结构时，主要选取国产轿车较典型的零件或总成作为讲解对象，配合实习、实验教学内容，达到巩固知识，掌握技能的目的。

本书仍保持第1版实用性和针对性的特点，内容上综合考虑汽车结构阐述的完整性，较系统地对比汽车结构进行了比较全面的论述，又适当增补了现代汽车的有关内容。为了突出实用性的特点，在减少理论性分析的同时仍将其插入与之相对应的结构(或工作过程)中。

本书配有与内容对应的教学课件及助学课件，并配有电子教案、教学日历、实验实训项目、考试考核试题等教学文件，供教师参考、学生课后复习之用。

本书共五篇，二十四章。内容包括汽车发动机、汽车传动系、汽车行驶系、汽车转向系和制动系、汽车车身及其附属装置等五部分内容。由郭新华编写第1章、第3章、第5章，曹晓光编写第2章，郑胜军编写第4章，李长威编写第6章、第7章，刘海波编写第8章、第21章、第22章，吴柏宇编写第9章、第10章，朱宝全、周倩编写第11章、第13章，席振鹏编写第12章、第14章，李涵武编写第16章，宁士君、赵雨旸编写第15章、第17章、第18章、第19章、第20章，季海成编写第23章、第24章。本书由郭新华任主编，席振鹏、刘海波任副主编。

东北林业大学孙凤英教授审阅了本书，她提出了许多宝贵意见和建议，在此表示感谢。在本书编写过程中，郑德林教授、夏文恒高级工程师给予了指导和帮助，对他们及编写中参考的有关著作、论文的编著单位和个人致以衷心的感谢。

汽车技术发展迅速，新结构内容广泛，误漏、不妥之处，恳请批评指正。

编 者

2008年7月

第1版前言

目前,全世界汽车拥有量已经超过7亿辆,我国民用汽车拥有量达到了2 000万辆。随着汽车产品科技含量的迅速提高和汽车拥有量的不断增加,汽车工业已经成为国民经济支柱产业,促进了其他行业的繁荣,带动了国民经济增长。

汽车构造课作为汽车相关专业的专业基础课,对高职高专的学生更有其突出的意义。考虑学时有限,为提高教学效率,本书试图在已往通用汽车构造教材的基础上,做了一些改变。

本教材力图改变过去以某种车型为主线,而以典型结构为例。选取较典型的零件或总成作为讲解对象。配合实习、实训、实验教学内容,使学生不仅具备汽车结构知识,同时具有正确的拆装和调整能力。通过改变教学方式,建议现场教学为主,在教师的指导和组织下实现理论教学、实践教学和电化教学的有机结合,有利于巩固知识,掌握技能。

本书根据高职高专规划教材编写要求编写。按照高等技术应用型人才的培养目标,本书的编写突出了实用性和针对性,并注意了与相关课程内容的划分和衔接。适当介绍现代汽车的有关内容,如自动变速器、ABS、电控系统等。以讲解结构为主,适当介绍工作原理,而控制方面内容与有关教材协调。

本书配有教学课件,运用动画、视频剪辑、图片、声音等效果,对典型结构及其工作过程进行生动地讲解。

本书为国家“十五”规划高职高专汽车运用与维修系列教材之一,共五篇,二十三章。内容包括汽车发动机、传动系、汽车行驶系、汽车转向系和制动系以及车身和附属设备等五部分内容。本书较系统地对汽车结构进行了比较全面地论述,为了突出实用性的特点,在减少理论性分析的同时将其插入与之相对应的结构(或工作过程)中。

本书由郭新华编写第1章、第3章、第5章,曹晓光编写第2章,郑胜军编写第4章,李长威编写第6章和第7章,王志伟编写第8章、第9章、第10章,席振鹏编写第11章、第12章、第13章、第14章,宁士君、赵雨旸编写第15章、第17章、第18章、第19章、第20章,刘海波编写第21章、第22章、第23章,李涵武编写第16章。全书由郭新华任主编,席振鹏任副主编。

全书由东北林业大学郎全栋教授审阅,他提出了许多宝贵意见和建议,在此表示感谢。对在本教材编写过程中给予指导和帮助的郑德林教授及编写中参考的有关著作、论文的编著单位和个人致以衷心的感谢。

汽车技术发展迅速、新结构内容广泛,不妥之处,恳请指正。

编 者
2004年2月

目 录

第一篇 汽车发动机

第1章 发动机工作原理	3	6.1 概述	106
1.1 概述	3	6.2 柴油机可燃混合气形成和燃烧 过程	107
1.2 基本术语	3	6.3 柴油机机械式燃油系统	108
1.3 发动机的总体构造	4	6.4 电控柴油机喷射系统	133
1.4 发动机的简单工作原理	6	小结	141
小结	9	思考与练习题	142
思考与练习题	9	第7章 冷却系	143
第2章 曲柄连杆机构	10	7.1 概述	143
2.1 概述	10	7.2 水冷却系统	144
2.2 机体组	12	7.3 水冷却强度的调节装置	153
2.3 活塞连杆组	20	7.4 风冷却系统	158
2.4 曲轴飞轮组	32	小结	159
小结	42	思考与练习题	159
思考与练习题	43	第8章 发动机润滑系	161
第3章 配气机构	44	8.1 概述	161
3.1 概述	44	8.2 润滑系的油路	162
3.2 配气机构的构造	45	8.3 润滑系主要部件	165
小结	67	8.4 曲轴箱通风	172
思考与练习题	67	小结	174
第4章 汽油机供给系	68	思考与练习题	175
4.1 化油器式供给系	68	第9章 发动机点火系	176
4.2 汽油喷射式供给系统结构	80	9.1 概述	176
小结	91	9.2 蓄电池点火系	176
思考与练习题	91	9.3 半导体点火系	187
第5章 发动机的进、排气系统	92	9.4 微机控制点火系	191
5.1 概述	92	小结	194
5.2 进、排气系统	92	思考与练习题	194
5.3 发动机的增压	99	第10章 电源和起动系	195
小结	104	10.1 电源概述	195
思考与练习题	104	10.2 交流发电机的构造	195
第6章 柴油机供给系	106		

10.3 交流发电机的工作原理	199	10.6 起动机	207
10.4 电压调节器	201	小结	217
10.5 起动系概述	207	思考与练习题	218

第二篇 汽车传动系

第11章 汽车传动系概述	221	13.6 自动变速器	262
11.1 汽车传动系的功用和组成	221	小结	278
11.2 汽车传动系的布置形式	223	思考与练习题	278
小结	226	第14章 万向传动装置	279
思考与练习题	226	14.1 概述	279
第12章 离合器	227	14.2 万向节	281
12.1 离合器的功用及摩擦离合器的工作 原理	227	14.3 传动轴和中间支承	289
12.2 摩擦离合器的分类	229	小结	292
12.3 离合器的操纵机构	236	思考与练习题	292
小结	240	第15章 驱动桥	294
思考与练习题	240	15.1 概述	294
第13章 变速器与分动器	242	15.2 主减速器	295
13.1 概述	242	15.3 差速器	299
13.2 变速器的变速传动机构	244	15.4 半轴和桥壳	306
13.3 同步器	250	15.5 四轮驱动系统	310
13.4 变速器的操纵机构	256	小结	315
13.5 分动器	261	思考与练习题	315

第三篇 汽车行驶系

第16章 汽车行驶系概述	319	18.1 概述	325
16.1 汽车行驶系的功用	319	18.2 转向桥和转向驱动桥	325
16.2 汽车行驶系的分类	319	18.3 转向轮定位	330
小结	320	小结	334
思考与练习题	320	思考与练习题	334
第17章 车架	321	第19章 车轮与轮胎	335
17.1 车架的功用和要求	321	19.1 车轮	335
17.2 车架的类型和构造	321	19.2 轮胎	339
小结	324	小结	344
思考与练习题	324	思考与练习题	345
第18章 车桥	325	第20章 悬架	346

20.1 概述	346	20.6 横向稳定器	367
20.2 汽车悬架的功用和类型	347	20.7 电控车身高度自动调节和空气 悬架装置的原理	368
20.3 弹性元件及典型悬架	348	小结	370
20.4 减振器	354	思考与练习题	371
20.5 非独立悬架与独立悬架	358		

第四篇 汽车转向系和制动系

第21章 转向系	375	22.1 概述	394
21.1 概述	375	22.2 车轮制动器	396
21.2 机械转向系	375	22.3 制动传动装置	404
21.3 助力转向系	382	22.4 前、后轮制动力分配的调节 装置	415
21.4 四轮转向系统	388	22.5 防抱死制动系统	422
小结	393	小结	428
思考与练习题	393	思考与练习题	429
第22章 制动系	394		

第五篇 汽车车身及其附属装置

第23章 汽车车身	433	思考与练习题	439
23.1 概述	433	第24章 汽车仪表、照明及附属装置	440
23.2 货车车身	433	24.1 汽车仪表与报警装置	440
23.3 轿车车身	435	24.2 照明及信号装置	441
23.4 客车车身	436	24.3 风窗刮水器与风窗洗涤器	443
23.5 车门和车窗	437	24.4 附属装置	445
23.6 车身内部装置及安全防护 装置	437	小结	445
小结	439	思考与练习题	445

参考文献	446
------------	-----

第一篇

汽车发动机

第 1 章 发动机工作原理



1. 掌握活塞行程、气缸工作容积、压缩比等基本概念；
2. 理解四冲程汽油机工作原理，重点掌握各个行程的工作特点；
3. 了解四冲程柴油机的基本工作原理；
4. 了解发动机总体结构；
5. 能够确定发动机的基本特征。

1.1 概述

发动机是将某一形式的能量转化为机械能的机器。发动机是汽车最主要的总成之一，它是动力的来源。汽车发动机的作用是将燃料与空气进行混合并在其机体内燃烧，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。由于燃料是在机器内部燃烧的，因此又称内燃机。本章仅介绍燃用汽油的发动机（简称汽油机）和燃用柴油的发动机（简称柴油机）。

1.2 基本术语

图 1-1 所示为发动机示意图，活塞置于气缸中，活塞可在气缸中作往复直线运动，活塞通过连杆和曲轴相连，曲轴可绕其轴线旋转。借助图 1-1 介绍一些基本术语。

1. 活塞止点

活塞顶距离曲轴旋转中心最远的位置称为上止点；活塞顶距离曲轴旋转中心最近的位置，称为下止点。

2. 活塞行程

上、下止点间的距离称为活塞行程，用 S 表示。曲轴每转动半周（即 180° ），相当于一个活塞行程，若曲柄半径用 R 表示（即由曲轴旋转中心到曲柄销中心的距离），则：

$$S = 2R$$

即曲轴每转一周，活塞完成两个行程。

3. 气缸容积

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，单位为 L 。

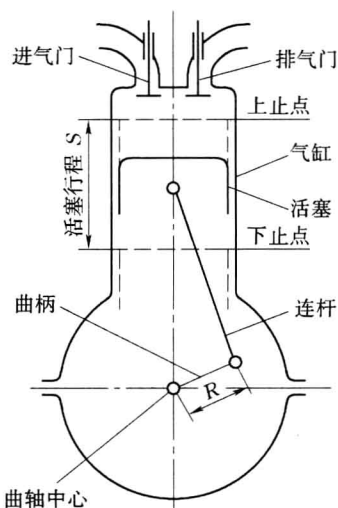


图 1-1 单缸四冲程发动机示意图

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或气缸排量, 用 V_h 表示, 单位为 L。

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

式中: D ——气缸直径, mm;

S ——活塞行程, mm。

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:

$$V_a = V_c + V_h$$

多缸发动机所有气缸工作容积的总和称为发动机工作容积或发动机排量, 用 V_L 表示。

$$V_L = V_h i$$

式中: i ——发动机的气缸数。

4. 压缩比

气缸总容积与燃烧室容积之比称为压缩比, 用 ε 表示, 即:

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

ε 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。

1.3 发动机的总体构造

发动机是一台由许多机构和系统组成的复杂机器。现代汽车发动机的结构形式很多, 即使是同一类型的发动机, 具体构造也是各种各样的, 但基本构造相似, 基本上是由如下的机构和系统组成: 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。

我们可以通过一些典型汽车发动机的结构实例来分析发动机的结构。图 1-2 所示为一台四缸四冲程汽油机的结构示意图, 下面以它来介绍发动机的一般构造。

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。其中气缸体与曲轴箱组由气缸体 14、曲轴箱、气缸盖 16、气缸套、气缸垫及油底壳 7 等组成; 活塞连杆组由活塞 13、活塞环、活塞销、连杆 12 等组成; 曲轴飞轮组由曲轴 4、飞轮 11、扭转减振器、平衡重等组成。气缸体是发动机各机构、各系统的装配基体, 其本身的许多部分又分别是曲柄连杆机构、配气机构、燃料供给系、冷却系和润滑系的组成部分。气缸盖和气缸体的内壁共同组成燃烧室的一部分, 是承受高温、高压的机件。它的功用是将燃料燃烧时产生的热量转变为活塞往复运动的机械能, 再通过连杆将活塞的往复运动变为曲轴的旋转运动而对外输出动力。

2) 配气机构 配气机构由进气门 20、排气门 19、挺柱、推杆、摇臂、凸轮轴 24 以及凸轮轴正时齿轮 25 (由曲轴正时齿轮 3 驱动) 等组成。它的功用是使可燃混合气及时充入气缸并及时从气缸排出废气。

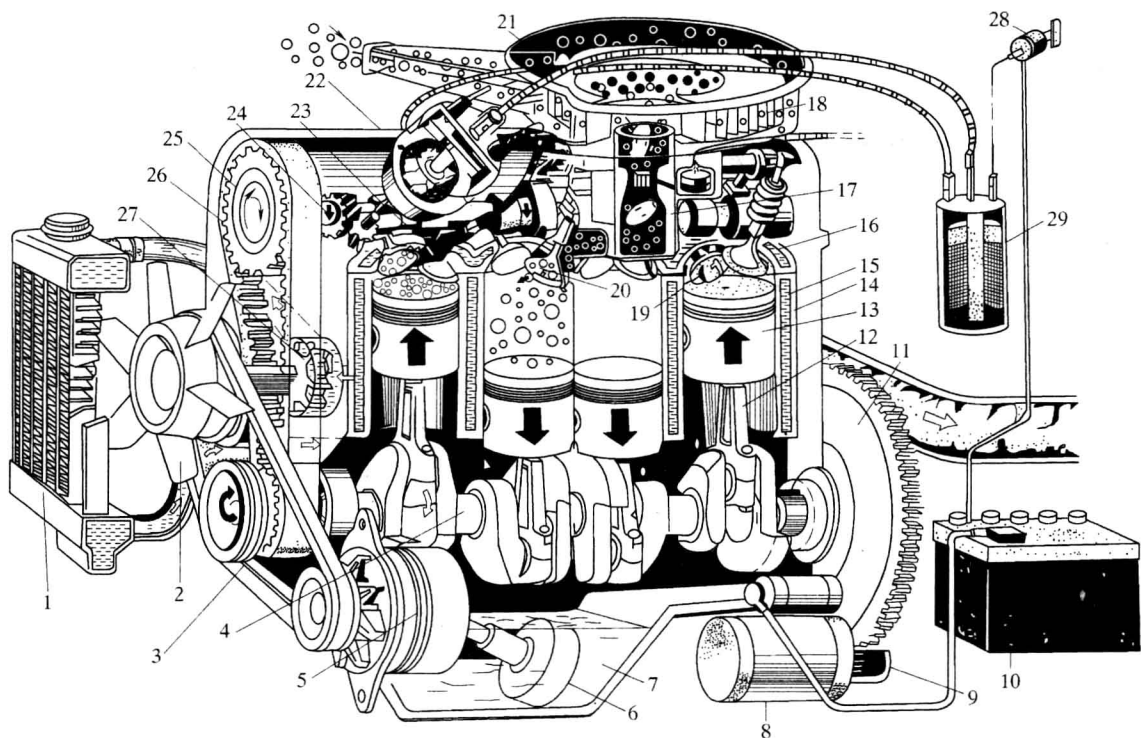


图 1-2 四缸四冲程汽油机的结构示意图

- 1—散热器；2—冷却风扇；3—曲轴正时齿轮；4—曲轴；5—发电机；6—集滤器；7—油底壳；
8—起动机；9—起动机齿轮；10—蓄电池；11—飞轮；12—连杆；13—活塞；14—气缸体；
15—水套；16—气缸盖；17—化油器；18—空气滤清器内芯；19—排气门；20—进气门；
21—空气滤清器；22—分电器；23—火花塞；24—凸轮轴；25—凸轮轴正时齿轮；
26—凸轮轴正时齿带；27—水泵；28—点火开关；29—点火线圈

3) 供给系 供给系由汽油箱、汽油泵、汽油滤清器、化油器 17、空气滤清器内芯 18、空气滤清器 21、进气管、排气管、排气消声器等组成。它的功用是把汽油和空气混合成合适的可燃混合气供入气缸，以供燃烧，并将燃烧生成的废气排出发动机。

4) 点火系 点火系由供给低压电流的蓄电池 10、将低压电流变成高压电流的断电器（与分电装置等组合成为分电器 22）和点火线圈 29、把高压电流按规定时刻通过分电装置传给各气缸的火花塞 23 等组成，它的功用是保证按规定时刻及时点燃气缸中被压缩的混合气。

5) 冷却系 冷却系主要由水泵 27、散热器 1、冷却风扇 2、气缸体放水阀以及气缸体 14 和气缸盖 16 里铸出的空腔（水套 15）等组成。它的功用是把受热机件的热量散到大气中去，以保证发动机正常工作。

6) 润滑系 润滑系由机油泵、集滤器 6、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。它的功用是将润滑油供给作相对运动的零件以减少它们之间的摩擦阻力，减轻机件的磨损，并部分地冷却摩擦零件，清洗摩擦表面。

7) 起动系 起动系由起动机 8、冷起动加热器等附属装置组成，它的功用是用以使静止的发动机起动并转入自行运转。

通常,汽油机由两大机构和五大系统组成。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,因此柴油机由两大机构和四大系统组成。

1.4 发动机的简单工作原理

1.4.1 四冲程汽油机工作原理

为使发动机产生动力,必须先将燃料和空气吸入气缸,经压缩后用电火花强制点燃使之燃烧产生热能,以气体为工作介质并通过推动活塞和连杆使曲轴旋转,从而使热能转变为机械能,最后再将燃烧后的废气排出气缸。至此,发动机完成了一个工作循环。此循环周而复始地进行,发动机便产生连续的动力。

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。单缸汽油机其工作原理如图1-3所示。

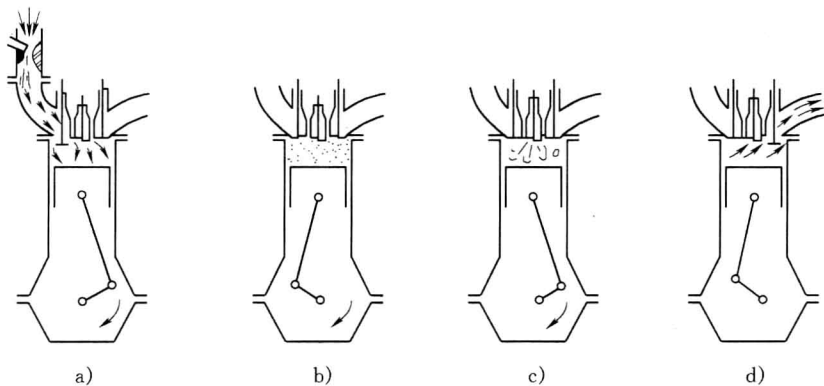


图1-3 单缸发动机工作循环图

a) 进气行程; b) 压缩行程; c) 作功行程; d) 排气行程

1. 进气行程

进气行程如图1-3a所示,汽油机将空气与燃料先在气缸外部的化油器中进行混合,开始形成可燃混合气,然后吸入气缸。

进气行程中,曲轴带动活塞从上止点向下止点运动,此时,进气门开启,排气门关闭。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入气缸。在这个过程中,曲轴顺时针转动 180° 。由于进气系统有阻力,进气终了时气缸内气体压力约为 $0.08 \sim 0.09 \text{ MPa}$ 。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 $370 \sim 400 \text{ K}$ 。

2. 压缩行程

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,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,如图1-3b所示。

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 $0.6 \sim 1.5 \text{ MPa}$,温度可达 $600 \sim 750 \text{ K}$ 。压缩终了混合气压力、温度取决于压缩比。

发动机的压缩比大,则混合气燃烧迅速,发动机发出的功率大,经济性就好。但压缩比过大时,由于受汽油抗爆性等因素的影响,会导致爆燃和表面点火等不正常燃烧现象的出现,而造成发动机过热、功率下降、油耗增加等一系列不良后果。因此,在提高汽油机压缩比时,必须防止爆燃和表面点火现象的发生。

3. 做功行程

做功行程如图1-3c所示。在压缩行程接近终了时,火花塞产生电火花点燃混合气,此时进、排气门仍关闭。由于混合气的迅速燃烧,使缸内气体的温度和压力迅速升高,最高压力可达 $3 \sim 6.5 \text{ MPa}$,最高温度可达 $2\,200 \sim 2\,800 \text{ K}$ 。在高温高压气体的作用力推动下,活塞下行运动,通过连杆使曲轴旋转,产生转矩而做功,能量除了用于维持发动机本身继续运转消耗外,其余用于对外做功,至此完成了一次将热能转变为机械能的过程。做功终了时,压力降至 $0.3 \sim 0.5 \text{ MPa}$ 、温度降为 $1\,300 \sim 1\,600 \text{ K}$ 。此时曲轴又转过 180° 。

4. 排气行程

排气行程如图1-3d所示。混合气燃烧后成为废气,应从气缸内排出,以便下一个工作循环得以进行。因此,当做功行程接近终了时,排气门打开,进气门仍关闭,因废气压力高于大气压而自动排出,此外,当活塞越过下止点上移时,还靠活塞的推挤作用强制排气。活塞到上止点附近时,排气行程结束。排气终了时,缸内压力约为 $0.105 \sim 0.115 \text{ MPa}$,温度约为 $900 \sim 1\,200 \text{ K}$ 。

综上所述,四冲程汽油发动机经过进气、压缩、燃烧做功、排气四个行程,完成一个工作循环。这期间活塞在上、下止点间往复移动了四个行程,相应地曲轴旋转两圈(720°),进、排气门各打开一次,发动机做功一次。至此,发动机又开始了下一个工作循环。

1.4.2 四冲程柴油机工作原理

四冲程的柴油机(压燃式发动机)和汽油机一样,每个工作循环也经历进气行程、压缩行程、做功行程、排气行程四个行程(图1-4)。但由于柴油机用的燃料是柴油,其粘度比汽油大,不易蒸发,其自燃温度却比汽油低,故可燃混合气的形成及点火方式与汽油机不同。

1. 进气行程

进气行程如图1-4a所示。它不同于汽油机的是进入气缸的不是可燃混合气,而是空气。

2. 压缩行程

压缩行程如图1-4b所示。不同于汽油机的是,柴油机压缩的是空气,且由于柴油机压缩比高,压缩终了的温度和压力都比汽油机高,压力可达 $3 \sim 5 \text{ MPa}$,温度可达 $800 \sim 1\,000 \text{ K}$ 。

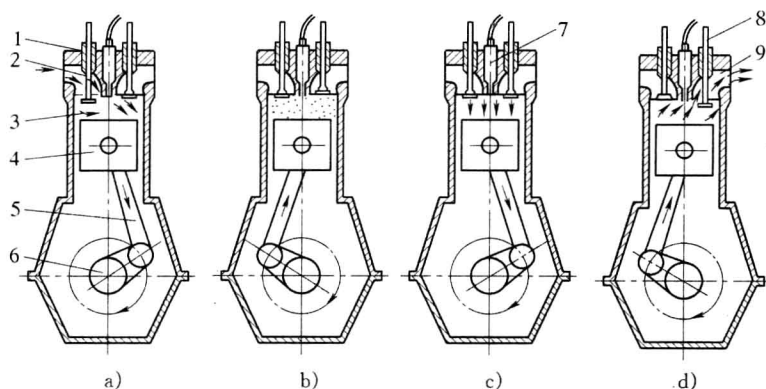


图 1-4 单缸四冲程柴油机工作原理示意图

1—进气门；2—进气管；3—气缸；4—活塞；5—连杆；
6—曲轴；7—喷油器；8—排气门；9—排气管

3. 做功行程

做功行程如图 1-4c 所示。此行程与汽油机有很大不同，在柴油机压缩行程末，喷油泵将高压柴油经喷油器呈雾状喷入气缸内的高温空气中，燃油迅速气化并与空气形成混合气，由于此时气缸内的温度远高于柴油的自燃温度（约 500 K），柴油便立即自行着火燃烧，且此后一段时间内边喷油边燃烧，气缸内压力、温度急剧升高，瞬时压力可达 5 ~ 10 MPa，瞬时温度可 2 000 ~ 2 500 K，推动活塞下行做功。

4. 排气行程

排气行程如图 1-4d 所示，与汽油机基本相同。排气终了气缸内压力为 0.105 ~ 0.125 MPa，温度为 800 ~ 1 000 K。

由上述可知，四冲程发动机的工作特点：

1) 每一个发动机工作循环，曲轴转两周（720°），每一个行程曲轴转半周（180°）。进气行程是进气门开启，排气门关闭；排气行程是排气门开启，进气门关闭；其余两个行程进、排气门均关闭。

2) 四个行程中，只有做功行程产生动力，其他三个行程是为做功行程做准备工作的辅助行程，虽然做功行程是主要行程，但其他三个行程也必不可少。因此，进气行程、压缩行程和排气行程被称为“辅助行程”。

3) 在发动机运转的第一循环时，必须有外力使曲轴旋转完成进气、压缩行程，着火后，完成做功行程，并依靠曲轴和飞轮贮存的能量便可自行完成以后的行程，以后的工作循环发动机无需外力就可自行完成。

柴油机与汽油机的不同之处：

1) 汽油机的混合气是在气缸外部的化油器中开始形成的，而柴油机的混合气是在气缸内部形成的。柴油机在进气行程时，被吸入气缸内的是空气。

2) 汽油机在压缩终了时，靠火花塞强制点火，而柴油机则靠自燃。

小 结

发动机基本上是由曲柄连杆机构、配气机构、供给系、润滑系、冷却系、点火系和起动系组成。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，没有点火系，因此柴油机由两个机构和四个系统组成。

四冲程的柴油机和汽油机一样，每个工作循环包括进气行程、压缩行程、作功行程、排气行程四个行程。

思考与练习题

1. 什么是发动机？发动机通常是由哪些机构与系统组成？它们各有什么功用？
2. 指出发动机外露零、部件的名称和作用。
3. 什么是发动机的工作循环？四冲程汽油机的工作循环是怎么进行的？它与四冲程柴油机的工作循环有什么不同？
4. 四冲程汽油机与四冲程柴油机相比较，各有哪些优、缺点？
5. 通过发动机的解体，试述发动机的构造，发动机每个机构或系统中的主要代表零、部件有哪些？