

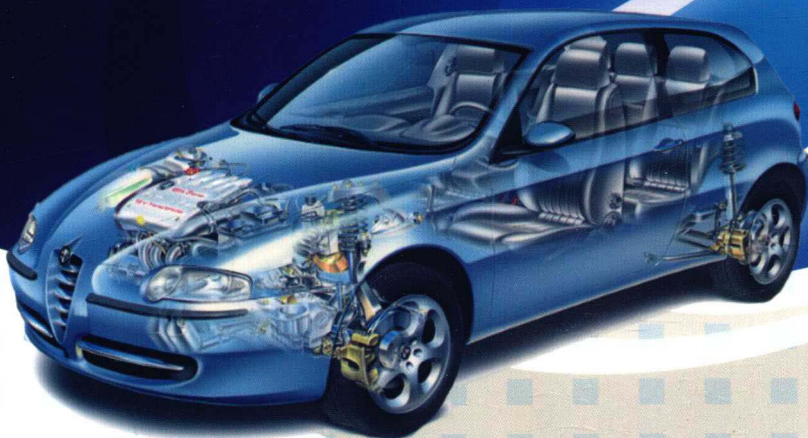
高职高专课程改革规划教材（汽车运用与维修专业）
机械工业出版社精品教材

双色版

汽车构造与原理

第2版

李晶华 主编



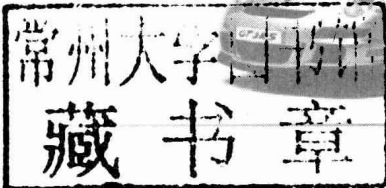
 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

高职高专课程改革规划教材
(汽车运用与维修专业)
机械工业出版社精品教材

汽车构造与原理

第 2 版

主 编 李晶华
副主编 李振兴



机械工业出版社

汽车构造与原理是汽车类专业学生的专业基础课程,本书是高职高专课程改革规划教材,既可供广大初学者和汽车爱好者扩展知识使用,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。

本书以国产轿车为主线,全面阐述了汽车的总体及各部分构造与原理。内容包括:发动机基本认知、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、传动系统、离合器、变速器、万向传动装置、驱动桥、行驶系统、转向系统和制动系统。本书编写内容实用性强,涉及面广,图文并茂,深入浅出。

本书的特点是“实”“特”“新”。“实”是指本书内容详实,实用性强;“特”是指高职特色突出;“新”是指内容新颖,将目前已实用化的新结构、新技术尽量编写到教材中,以便与飞速发展的汽车技术相适应。

为方便教师教学,凡选用本书作为授课教材的教师,可免费获得电子课件及课后领域思考答案,可以教师身份登录 www.cmpedu.com 下载或打电话 010-88379375。

图书在版编目(CIP)数据

汽车构造与原理/李晶华主编. —2版. —北京:机械工业出版社, 2016.7

高职高专课程改革规划教材

ISBN 978-7-111-54274-2

I. ①汽… II. ①李… 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(2016)第158139号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:蓝伙金 责任编辑:蓝伙金 责任校对:肖琳

封面设计:鞠杨 责任印制:常天培

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2016年10月第2版第1次印刷

184mm×260mm·18印张·431千字

0 001—2 500册

标准书号:ISBN 978-7-111-54274-2

定价:40.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88379833 机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-88379649 机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

高职高专课程改革规划教材 汽车运用与维修专业编审委员会

顾 问	林为群	天津交通职业学院
主 任	张西振	辽宁省交通高等专科学校
副主编	李春明	长春汽车工业高等专科学校
	王世震	承德石油高等专科学校
	高树德	吉林交通职业技术学院
	张吉国	赤峰工业职业技术学院
	蓝伙金	机械工业出版社高职分社

委 员 (按姓氏字母排序)

边 伟	南京交通职业技术学院
柴增田	承德石油高等专科学校
陈长春	天津交通职业学院
董继明	河南职业技术学院
霍振生	包头职业技术学院
姜玉波	吉林交通职业技术学院
孔令来	天津职业大学
李晶华	天津职业大学
罗灯明	湖南汽车工程职业技术学院
娄 云	河南工学院
娄宗勇	承德石油高等专科学校
毛 峰	东莞职业技术学院
曲昌辉	辽宁省交通高等专科学校
张子波	内蒙古交通职业技术学院
张金柱	黑龙江工程学院

出版说明

教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》指出，高职教育改革教学方法和手段，融“教、学、做”于一体，强化学生能力培养的教学模式，代表了高职教学改革的发展方向。教材作为教学过程的主要载体，加强教材建设是深化教学改革的有效途径，推进人才培养模式改革的重要条件，也是保障教学基本质量、培养高端技能型人才和技术应用型人才的重要基础。

由全国 15 所重点职业技术学院合作编写，机械工业出版社组织出版的高职高专课程改革规划教材汽车运用与维修专业系列第 1 版自 2005 年面世以来，由于内容新颖、质量好，而深受广大院校老师的欢迎，均已多次重印，发行量 20000~68000 册，个别教材被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材、“十二五”职业教育国家规划教材。

由于汽车工业的迅速发展，新技术、新知识、新材料不断涌现，教学手段的不断改进，教材在内容选材、编写模式、立体化配套等都需要更新和补充，加强精品化建设，才能与时俱进，不断满足汽车后市场服务人才的需要，基于此，我们组织修订了本套教材，以期满足新时期教学要求。

机械工业出版社

前言

本书第1版自出版以来，受到了广大读者的好评和认可，被多所高职院校选为教学用书，也被一些培训机构选为培训教材。

为了更好地满足广大高职高专院校学生对汽车构造与原理学习的需要，作者结合近几年的教学改革实践和广大读者使用后的反馈意见，在保留原书特色的基础上，对教材进行了全面的修订。

本书在第1版的基础上，根据高职高专院校学制和培养目标特点，书名由汽车构造改为汽车构造与原理，调整原有章节结构，按照工学结合、行动导向的思路重新编排，变章为学习领域，细化培养目标，增加案例引入，设置领域小结。力求循序渐进、突出培养重点。

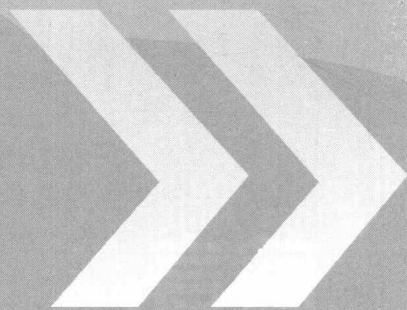
全书共由15个学习领域组成，针对第1版中汽油机燃料供给系统中的化油器供给系统在当今车辆上已不再使用，因此将其删除，改为电子燃油供给系统；传动系统中，将其细分为传动系统介绍、离合器、变速器、万向传动装置和驱动桥共5个学习领域；学习领域十变速器由手动变速器和自动变速器两部分内容组成。

本书由天津职业大学汽车工程系李晶华任主编并负责全书的统稿工作，李振兴担任副主编。具体编写工作分工如下：天津职业大学李晶华修订编写学习领域一、学习领域三、学习领域六、学习领域七、学习领域九，李振兴修订编写学习领域二、学习领域四、学习领域五、学习领域八、学习领域十，房亮修订编写学习领域十一、学习领域十二，侯国强修订编写学习领域十三、学习领域十四、学习领域十五。

由于编者水平有限，书中难免存在不足之处，敬请广大读者批评指正。

编者

目录 >>



出版说明

前言

学习领域一 发动机基本认知	1
学习目标与能力目标	1
案例引入	1
学习情境一 发动机的分类和常用术语	1
学习情境二 发动机的总体构造与工作原理	4
学习情境三 内燃机的名称和型号编制规则	8
领域小结	10
领域思考	10
学习领域二 曲柄连杆机构	11
学习目标与能力目标	11
案例引入	11
学习情境一 曲柄连杆机构的作用与组成	11
学习情境二 机体组	12
学习情境三 活塞连杆组	15
学习情境四 曲轴飞轮组	21
领域小结	26
领域思考	26
学习领域三 配气机构	28
学习目标与能力目标	28
案例引入	28
学习情境一 配气机构概述	28
学习情境二 配气相位	34
学习情境三 气门传动组和气门组	37
领域小结	44
领域思考	44
学习领域四 汽油机燃料供给系统	45
学习目标与能力目标	45
案例引入	45
学习情境一 汽油机燃料供给系统的作用及组成	45
学习情境二 可燃混合气成分对发动机工作性能的影响	46



学习情境三 汽车发动机各种工况对可燃混合气成分的要求	47
学习情境四 燃油供给系统	49
学习情境五 进、排气系统	52
学习情境六 汽油机燃油喷射系统	58
领域小结	80
领域思考	80
学习领域五 柴油机燃料供给系统	82
学习目标与能力目标	82
案例引入	82
学习情境一 柴油机燃料供给系统概述	82
学习情境二 可燃混合气的形成与燃烧室	84
学习情境三 喷油器与喷油泵	86
领域小结	98
领域思考	98
学习领域六 发动机润滑系统	99
学习目标与能力目标	99
案例引入	99
学习情境一 发动机润滑系统概述	99
学习情境二 润滑系统的组成及油路	100
学习情境三 润滑系统的主要零部件	102
领域小结	111
领域思考	111
学习领域七 发动机冷却系统	112
学习目标与能力目标	112
案例引入	112
学习情境一 发动机冷却系统概述	112
学习情境二 冷却系统的组成及水路	113
领域小结	120
领域思考	120
学习领域八 传动系统	121
学习目标与能力目标	121
案例引入	121
学习情境一 传动系统的功用与组成	121
学习情境二 传动系统的类型及布置形式	123
领域小结	124
领域思考	125
学习领域九 离合器	126
学习目标与能力目标	126
案例引入	126



学习情境一 离合器的功用及要求	126
学习情境二 摩擦离合器	128
领域小结	137
领域思考	137
学习领域十 变速器	138
学习目标与能力目标	138
案例引入	138
学习情境一 普通齿轮变速器与分动器	138
学习情境二 自动变速器	154
领域小结	167
领域思考	167
学习领域十一 万向传动装置	168
学习目标与能力目标	168
案例引入	168
学习情境一 万向传动装置的组成及应用	168
学习情境二 万向节	170
学习情境三 传动轴与中间支承	174
领域小结	176
领域思考	176
学习领域十二 驱动桥	177
学习目标与能力目标	177
案例引入	177
学习情境一 驱动桥概述	177
学习情境二 主减速器	178
学习情境三 差速器	184
学习情境四 半轴与驱动桥壳	190
领域小结	192
领域思考	192
学习领域十三 行驶系统	194
学习目标与能力目标	194
案例引入	194
学习情境一 行驶系统的作用与组成	194
学习情境二 车架	195
学习情境三 车桥	198
学习情境四 车轮和轮胎	204
学习情境五 悬架	210
领域小结	223
领域思考	223
学习领域十四 转向系统	225



学习目标与能力目标	225
案例引入	225
学习情境一 转向系统概述	225
学习情境二 机械转向系统	228
学习情境三 动力转向系统	233
领域小结	236
领域思考	236
学习领域十五 制动系统	237
学习目标与能力目标	237
案例引入	237
学习情境一 制动系统概述	237
学习情境二 制动器	239
学习情境三 人力液压式制动传动装置	250
学习情境四 真空液压式制动传动装置	253
学习情境五 气压式制动传动装置	256
学习情境六 制动力调节装置	262
学习情境七 防抱死制动系统	265
学习情境八 牵引力控制系统	269
领域小结	273
领域思考	273
参考文献	275

学习领域一

发动机基本认知

学习目标与能力目标

学习目标：

1. 掌握发动机的常用术语
2. 掌握四冲程发动机工作原理
3. 掌握汽油机、柴油机的总体构造
4. 了解内燃机产品的名称和型号编制

规则

能力目标：

1. 能解释专业维修资料中的专业术语
2. 能判断不同发动机的类型
3. 能对汽油机和柴油机的工作原理进行描述
4. 能解释内燃机的名称及型号的含义

案例引入

客户刘先生想购买一辆大众迈腾轿车，该车配备了排量 1.8L 的 TSI 发动机。但是面对发动机的配置表，王先生一头雾水，他想了解这些参数的含义，并希望 4S 店接待人员给予解释。

学习情境一 发动机的分类和常用术语

汽车的动力来源于发动机，发动机是把某一种形式的能量转变成机械能的机器。根据利用的能源的不同，可将发动机分为：风力发动机、水力发动机和热力发动机等。

热力发动机是把燃料燃烧所产生的热能转变为机械能。根据燃料燃烧所处的部位不同，热力发动机又可分为外燃机和内燃机。一般地，汽车发动机为内燃机。内燃机是将燃料（汽油、柴油、煤气等）在其燃烧室中燃烧所产生的热能直接转化为机械能的一种动力机械。内燃机分为旋转式和活塞式两大类。旋转式内燃机，又称为燃气轮机，主要用于航空方面。燃气直接作用在活塞上，动力由输出轴输出，称为活塞式内燃机。内燃机与外燃机相比，具有热效率高、功率范围广、适应性好、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地用作汽车动力。

一、内燃机的分类

内燃机的分类方法很多，按照不同的分类方法可以把内燃机分成不同的类型。

1) 按活塞运动方式的不同可分为：往复式活塞式内燃机和旋转活塞式内燃机两种。前者



是活塞在气缸内做往复直线运动，后者是活塞在气缸内做旋转运动。

2) 按所用燃料的不同可分为：汽油机、柴油机、煤油机和气体燃料发动机等。

3) 按完成一个工作循环所需的行程数可分为：四冲程内燃机和二冲程内燃机。曲轴转两圈（ 720° ），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内燃机称为四冲程内燃机；而曲轴转一圈（ 360° ），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内燃机称为二冲程内燃机。

4) 按气缸冷却方式的不同可以分为：水冷发动机和风冷发动机。

5) 按气缸数目的不同可以分为：单缸发动机和多缸发动机。

6) 按气缸排列形式的不同可分为：直列式、卧式、V形、对置气缸式、X形、星形、对动活塞式等（图 1-1）。

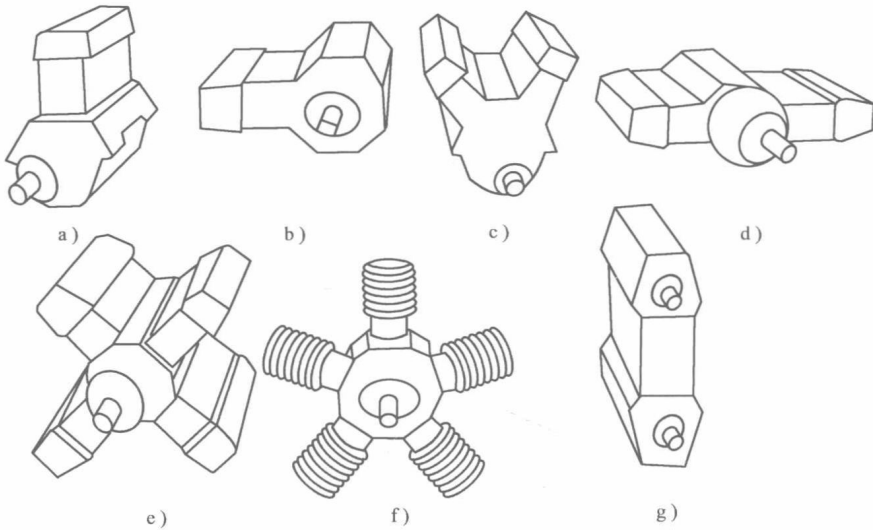


图 1-1 多缸内燃机的排列形式

a) 直列式 b) 卧式 c) V形 d) 对置气缸式 e) X形 f) 星形 g) 对动活塞式

7) 按进气方式不同可分为：增压式和非增压式。增压式发动机上装有增压器，空气经过增压后进入气缸；非增压式发动机上不装增压器，利用活塞的往复运动将空气吸入气缸。

二、常用术语

发动机常用术语如图 1-2 所示。

1. 上止点

活塞上下往复运动时，活塞顶部距离曲轴旋转中心最远处，即活塞的最高位置。

2. 下止点

活塞上下往复运动时，活塞顶部距离曲轴旋转中心最近处，即活塞的最低位置。

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。

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

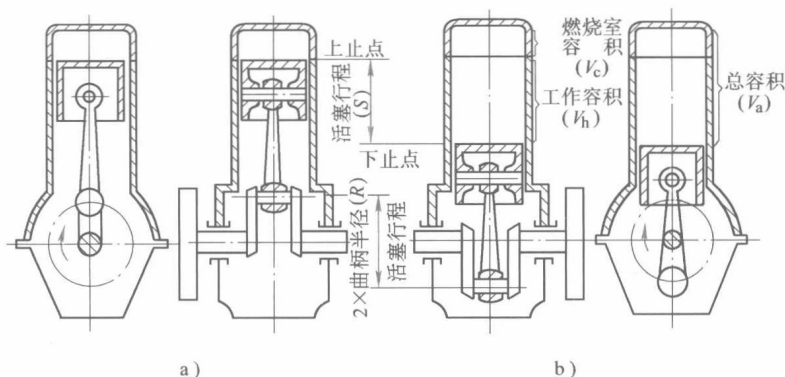


图 1-2 发动机常用术语示意图

a) 活塞在上止点位置 b) 活塞在下止点位置

为曲柄半径的两倍，即 $S=2R$ 。

5. 气缸工作容积

活塞从上止点运动到下止点所扫过的气缸容积，称为气缸工作容积，一般用 V_h 表示。

$$V_h = \frac{\pi}{4} D^2 S \times 10^{-6}$$

式中 D ——气缸直径，单位 mm；

S ——活塞行程，单位 mm。

6. 燃烧室及燃烧室容积

活塞位于上止点时，活塞顶部与气缸盖之间的空间称为燃烧室，其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。气缸总容积就是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，称为发动机排量，一般用 V_L 表示。

$$V_L = V_h \times i$$

式中 V_h ——气缸工作容积，单位 L；

i ——气缸数目。

9. 压缩比

气缸总容积与燃烧室容积之比，一般用 ε 表示。

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

式中 V_a ——气缸总容积，单位 L；

V_h ——气缸工作容积，单位 L；

V_c ——燃烧室容积，单位 L。



压缩比是发动机的一个很重要的参数。其反映了在压缩行程中气缸内的可燃气体被压缩的程度。通常汽油机的压缩比为6~10,柴油机的压缩比较高,一般为15~22。

10. 工作循环

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、做功和排气过程,这称为发动机的一个工作循环。

11. 四冲程发动机

曲轴转两圈(720°),活塞上下往复四个行程,完成一个工作循环的发动机,称为四冲程发动机。

12. 二冲程发动机

曲轴转一圈(360°),活塞上下往复两个行程,完成一个工作循环的发动机,称为二冲程发动机。

学习情境二 发动机的总体构造与工作原理



一、总体构造

汽油机由曲柄连杆机构、配气机构和燃料供给系统、进排气系统、润滑系统、冷却系统、点火系统、起动系统等组成,如图1-3所示。柴油机则由曲柄连杆机构、配气机构和燃料供给系统、进排气系统、润滑系统、冷却系统、起动系统等组成。

1. 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构是发动机实现工作循环、完成能量转换的主要运动零件。它由机体组、活塞连杆组和曲轴飞轮组等组成。

2. 配气机构

配气机构的功用是按照发动机各缸的工作顺序,定时开启和关闭各缸的进气门和排气门,使新鲜气体进入气缸,并使废气从气缸内排出,实现换气过程。配气机构一般由气门组、气门传动组和气门驱动组组成。

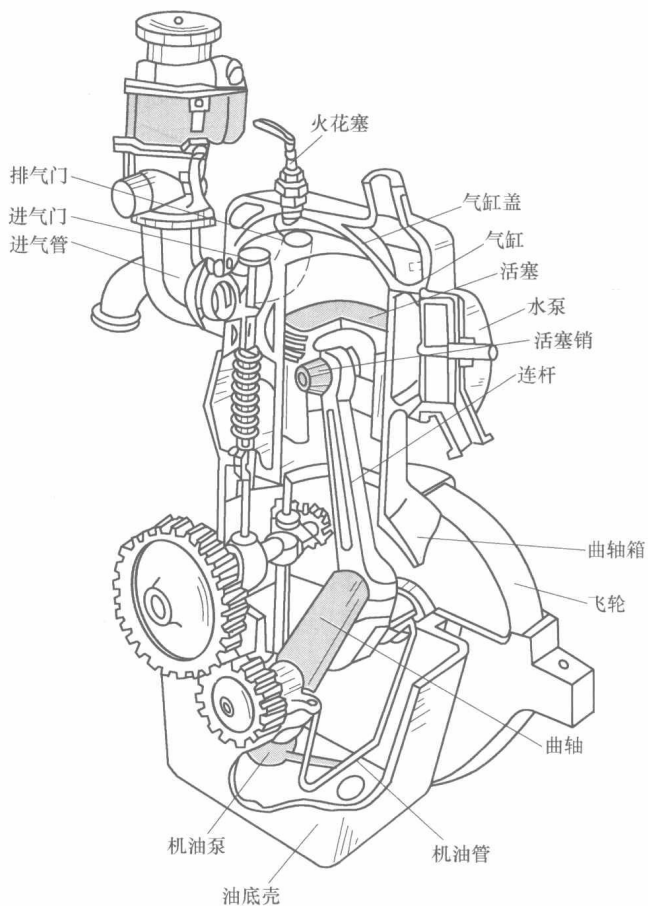


图 1-3 单缸四冲程汽油机的构造



3. 燃料供给系统

汽油机燃料供给系统的功用是根据发动机的要求，配制出一定数量和浓度的可燃混合气，送入气缸；柴油机燃料供给系统的功用是把柴油和空气分别送入气缸，在燃烧室内形成混合气并燃烧。

汽油机燃料供给系统由汽油箱、汽油泵、汽油滤清器、空气滤清器等组成。柴油机燃料供给系统由柴油箱、输油泵、柴油滤清器、喷油泵、喷油器、空气滤清器等组成。

4. 进排气系统

进排气系统的功用是将可燃混合气或新鲜空气均匀地分配到各个气缸中，并汇集各个气缸燃烧后的废气，从排气消声器排出。

进排气系统由进气支管、排气支管、排气管、消声器等组成。

5. 润滑系统

润滑系统的功用是将润滑油输送到发动机各运动件的摩擦表面，减少机件的摩擦阻力和耗损，同时起到冷却、清洗、密封和防锈的作用。润滑系统由机油集滤器、机油泵、润滑油道、限压阀、机油滤清器、机油散热器、油底壳等组成。

6. 冷却系统

冷却系统的功用是吸收发动机工作中受热零件的多余热量并及时散发出去，保证发动机在最适宜的温度状态下工作。冷却系统分为水冷系统和风冷系统两类。水冷系统通常由散热器、水泵、风扇、节温器等组成。风冷系统由散热片、风扇、导流罩等组成。

7. 点火系统

点火系统的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。点火系统分为蓄电池点火系统、磁电机点火系统及电子点火系统。蓄电池点火系统通常由蓄电池、发电机、分电器、点火线圈和火花塞等组成；磁电机点火系统由磁电机和火花塞等组成。柴油机是压缩自燃，没有点火系统。

8. 起动系统

起动系统的功用是使发动机由静止进入怠速工作状态。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起动。

二、工作原理

1. 四冲程汽油机的工作原理

汽油机工作时将汽油和空气混合成混合气，然后进入气缸用电火花点燃。四冲程汽油机的每个工作循环均经过如下四个行程，如图 1-4 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，随着活塞下移，气缸内容积增大，在气缸内产生真空吸力，可燃混合气通过进气门被吸入气缸。活塞向下运动到下止点，曲轴转过半周，进气门关闭，进气行程结束。

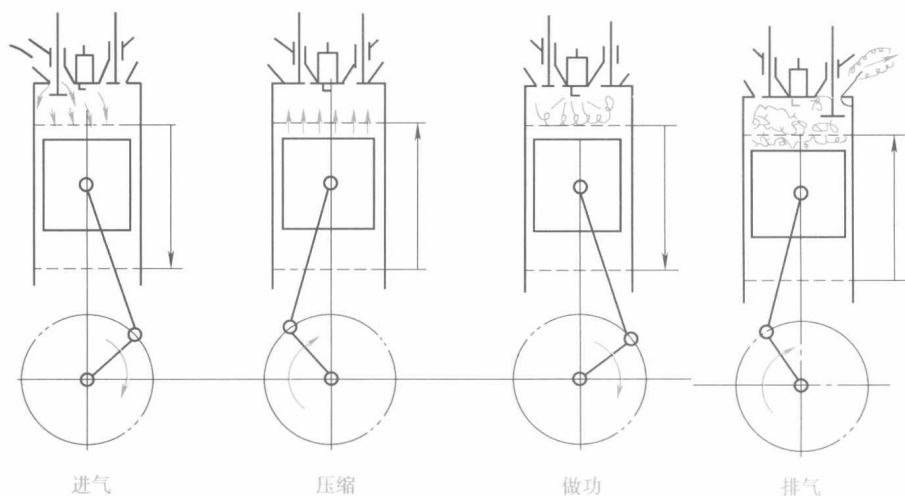


图 1-4 四冲程汽油机工作原理示意图

在进气过程中,受空气滤清器、进气管道、进气门等产生的阻力影响,进气结束时,气缸内气体压力略低于大气压,为 $0.07\sim 0.09\text{MPa}$,同时受到残余废气和高温机件加热的影响,温度达到 $370\sim 400\text{K}$ 。实际上,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。

(2) 压缩行程 进气行程结束后,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,活塞上方的容积缩小,进入到气缸内的混合气逐渐被压缩,使其温度、压力升高。活塞到达上止点时,压缩行程结束。

压缩行程结束时,可燃混合气压力可达 $0.6\sim 1.2\text{MPa}$,温度可达 $600\sim 700\text{K}$,为燃烧创造了良好的条件。

(3) 做功行程 做功行程也称作燃烧和膨胀行程。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气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。

在做功行程中,随着活塞向下运动,气缸内容积增加,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 可燃混合气在气缸内燃烧后成了废气,必须从气缸中排出,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。实际上,汽油机的排气行程也是排气门提前打开,延迟关闭,以便排出更多废气的过程。排气终了时,气体压力仍高于大气压力,为 $0.105\sim 0.115\text{MPa}$,温度为 $900\sim 1200\text{K}$ 。留在气缸内的废气,称残余废气,要尽可能排除干净。



综上所述，四冲程汽油机经过进气、压缩、做功、排气四个行程完成了一个工作循环，这期间活塞在上、下止点间往复运动了四个行程，相应地曲轴旋转了两圈。

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，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。图 1-5 为四冲程柴油机示意图。在进气行程中不同于汽油机的是，柴油机吸入气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的而气体温度略低于汽油机的。进气终了时气体压力为 $0.0785 \sim 0.0932 \text{MPa}$ ，气体温度为 $300 \sim 370 \text{K}$ 。

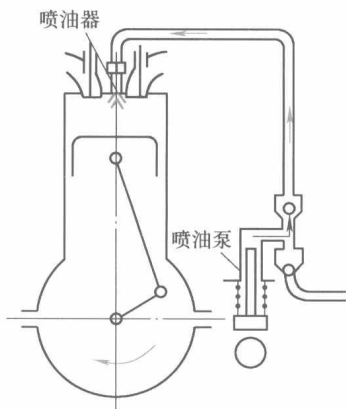


图 1-5 四冲程柴油机示意图

柴油机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，柴油和空气在气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 $5 \sim 22$ ），压缩终了时气体压力和温度都比汽油机高，压力为 $3.5 \sim 4.5 \text{MPa}$ ，温度为 $750 \sim 1000 \text{K}$ ，大大超过了柴油的自燃温度，因此，柴油机中的可燃混合气是自燃着火的，不需要点火。柴油机又称为压燃机。

柴油喷入气缸后，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气缸内部形成的，而不像汽油机那样是在气缸外部的化油器中形成的。柴油机燃烧过程中气缸内出现的最高压力要比汽油机高得多，可高达 $6 \sim 9 \text{MPa}$ ，最高温度可高达 $2000 \sim 2500 \text{K}$ 。做功行程终了时，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，气缸内气体压力为 $0.105 \sim 0.125 \text{MPa}$ ，气体温度为 $800 \sim 1500 \text{K}$ 。

3. 二冲程发动机的工作原理

二冲程发动机的每个工作循环，是在曲轴旋转一周即 360° 、活塞上下两个行程内完成的。二冲程柴油机的工作过程和二冲程汽油机相似，不同的是：进入柴油机气缸的是纯空气。由于二冲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。在此仅介绍二冲程汽油机的工作原理。

图 1-6 是一种用曲轴箱换气的二冲程汽油机的工作原理示意图。发动机气缸体上有三个气孔，即进气孔、排气孔和换气孔，这三个气孔分别在一定时刻由活塞关闭。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。

二冲程汽油机的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