高等学校试用教材

Qiche Gouzao

汽 车 构 造

上 册

(汽车运用工程专业用)

吴际璋等 编著

人民交通出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

内 容 提 要

本书从使用和维修的观点出发，结合汽车运用工程专业的特点，以基本结构和工作原理为重点，叙述了现代常见汽车的构造。

全书分上、下两册，上册为汽车发动机；下册为汽车底盘和车身。

本书为高等学校汽车运用工程专业“汽车构造”课程通用教材，亦可供职工培训和有关专业人员参考。

高等学校试用教材

汽车构造

上 册

(汽车运用工程专业用)

吴际璋等 编著

版式设计：崔凤莲 责任校对：梁秀青

人民交通出版社出版

(100013 北京和平里东街 10 号)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经销

印刷厂印刷

开本：787× 1092 $\frac{1}{16}$ 印张：14.25 字数：364 千

1997 年 9 月 第 1 版

1997 年 9 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数： 册 定价：12.00 元

ISBN 7-114- -

·

前　言

本教材经全国高等学校汽车运用工程专业教学指导委员会审定为高等学校汽车运用工程专业的“汽车构造”通用教材。它是在传统“汽车构造”教材的基础上编写的。本着“除旧更新”、“削枝强干”的原则，在内容上进行了修改和增删。

本教材力求针对专业、服务于专业、立足于汽车运用工程，以基本结构和工作原理为主，带以最新典型结构和规律知识，以期达到举一反三、触类旁通的目的，为学生日后自学打下坚实的基础。

本教材在内容的取舍和主次的选择方面，照顾了广度，控制了深度，侧重了专业应用的内容，如易损件、密封件、调整件、定位件、装配件、检测件等。

考虑到现代汽车“机电难分家”的特点和课程分工的约束，电控汽油喷射系统、电控液动自动变速器、电控悬架系统、电控防抱死制动系统等章节的内容，只能以基本机理为主进行编写。

由于车辆类型繁多，教学时数的限制，有些结构没有编入。有关学校采用本教材时，可根据各校和各地区的具体情况，在满足基本要求的情况下，酌情增减。

本教材共五篇二十二章，由交通部济南交通高等专科学校汽车系副教授、校汽车检测维修中心、美国克莱斯勒汽车和韩国大宇汽车济南特约维修总站总工程师吴际璋主编。参加编写的人员有：黑龙江交通高等专科学校孙凤英（总论、第五、六、十四、十五、十六、十七、十八、二十一、二十二章）；济南交通高等专科学校吴际璋（第四、七、二十章），陈德阳（第一、二、十九章）；王林超（第三章、第七章之第十一节、第八、九章），姜华平（第十、十一、十二、十三章）。

本教材编写过程中曾参考了许多相关资料。辽宁交通高等专科学校任平副教授在主审过程中提出了许多宝贵意见，并增补了部分内容，在此表示感谢。

由于编者水平所限，书中难免有一些不足之处或错误，希望使用本教材的单位或个人提出宝贵意见。

编　　者

1996 年 7 月 1 日于济南

目　　录

第一篇　汽车发动机

总论 …… 1
第一章　发动机的工作原理和总体构造 …… 6
　第一节　基本术语 …… 6
　第二节　发动机的简单工作原理 …… 7
　第三节　发动机的总体构造 …… 13
第二章　曲柄连杆机构 …… 19
　第一节　概述 …… 19
　第二节　机体组 …… 21
　第三节　活塞连杆组 …… 28
　第四节　曲轴飞轮组 …… 48
　第五节　发动机的支撑 …… 59
第三章　配气机构 …… 60
　第一节　概述 …… 60
　第二节　配气相位 …… 62
　第三节　气门驱动组的主要机件 …… 64
　第四节　气门组的主要机件 …… 74
第四章　汽油机燃料供给系 …… 81
　第一节　概述 …… 81
　第二节　汽油的供给装置 …… 82
　第三节　空气供给装置—— 空气滤清器 …… 86
　第四节　简单化油器与可燃混合气的形成过程 …… 87
　第五节　可燃混合气成分对发动机工作的影响 …… 90
　第六节　发动机在各种工作情况下对可燃混合气成分的要求 …… 93
　第七节　现代化油器的基本结构 …… 95
　第八节　现代化油器中几个主要零部件和附属装置 …… 109
　第九节　化油器的型式和双腔分动式化油器 …… 116
　第十节　几种典型化油器的构造和工作情况 …… 120
　第十一节　进、排气管和排气消声器 …… 129
　第十二节　电子控制的汽油喷射系统 …… 132
　第十三节　汽油机的排气净化 …… 146
第五章　冷却系 …… 148

第一节　概述…… 148
第二节　水冷却系的组成与主要机件…… 149
第三节　风冷却系的构造和工作情况…… 157
第六章　润滑系…… 158
第一节　概述…… 158
第二节　润滑系的油路及工作过程…… 159
第三节　润滑系的主要机件…… 163
第四节　曲轴箱通风…… 168
第七章　柴油机燃料供给系…… 170
第一节　概述…… 170
第二节　柴油机可燃混合气的形成…… 171
第三节　燃烧室…… 174
第四节　喷油器…… 177
第五节　喷油泵…… 180
第六节　喷油泵的驱动与供油正时…… 193
第七节　调速器…… 195
第八节　柴油机燃料系的辅助装置…… 208
第九节　柴油机的起动辅助装置…… 211
第十节　废气涡轮增压器…… 212
第十一节　转子分配式喷油泵…… 215
附录一　国产汽车产品型号编制规则…… 218
附录二　内燃机产品名称和型号编制规则…… 220
附录三　国产汽车化油器、汽油泵型号编制方法 …… 221

需要全本请访问 www.ertongbook.com

总　　论

一、现代汽车类型

现代汽车种类繁多，分类方法各有不同。按汽车的用途和结构来分，可分为轿车、客车、货车、牵引车和汽车列车、特种车、工矿自卸车、农用车及越野车等类型。

1. 轿车　载运人员和货物的汽车，最多有 9 个座位(包括驾驶员座位)。轿车可按发动机排量分级(见表 0-1)。

轿 车 的 分 类　　表 0-1

类　型	微　型	普 通 型	中　级	中 高 级	高　级
发动机排量(L)	≤1.0	> 1.0～≤1.6	> 1.6～≤2.5	> 2.5～≤4.0	> 4.0

2. 客车　用于载运乘客及其行李，有 9 个以上座位(包括驾驶员座位)。有单层和双层型式。客车按用途分类可分为旅行客车、城市客车、长途客车和游览客车等；也可按总长度分成不同的级别类型(见表 0-2)。

客 车 的 分 类　　表 0-2

类　型	微　型	轻　型	中　型	大　型	超 大 型	
					铰接式	双　层
车辆长度(m)	< 3.5	3.5～7	7～10	10～12	> 12	10～12

3. 货车　主要用于运输货物，也可牵引挂车的汽车。货车多按最大总质量划分类型(见表 0-3)。

货 车 的 分 类　　表 0-3

类　型	微　型	轻 型	中　型	重 型
总质量(t)	< 1.8	1.8～6	6～14	> 14

4. 牵引车和汽车列车

1) 牵引车　专门或主要用于牵引挂车的汽车。可分为全挂牵引车和半挂牵引车。全挂牵引车采用牵引杆来牵引挂车，一般都装有辅助货台，可作普通货车使用。半挂牵引车专门用于牵引半挂车，通常装有牵引座。

2) 挂车　本身没有自带动力及驱动装置，由汽车牵引组成汽车列车，用以载运人员或货物的车辆。挂车分为全挂车、半挂车和特种挂车等。

5. 特种车　一种在许多特征上不同于上述任何类型或经过特殊改装之后才能用于运输货物和人员的车辆；一种只用于完成特定任务的车辆。特种车可分为特种轿车(检阅车、指挥车)；特种客车(救护车、监察车)；特种货车(容罐车、自卸车、冷藏车)和特种用途车(专用车)。

6. 工矿自卸车　主要用于矿区、工地运输矿石、砂土等散装货物，货箱能自动倾翻的汽车。由于其总质量和最大轴载质量超过公路规定，因此只能在专用路上行驶。

7. 农用汽车　是农村地区运输或农耕作业用汽车。可分为农村运输车、农用作业车和多功能农用汽车。

8. 越野车　主要用于非公路上(也可能在公路上)载运人员和货物或牵引各种装备的车辆。越野汽车的全部车轮都可以作为驱动轮。

二、汽车的总体构造

汽车是由许多不同的装置和部件组成,其结构型式和安装位置多种多样。汽车所用的动力装置不同时,其总体构造差异更大。本书所述及的是以往复活塞式内燃机为动力装置的汽车。

汽车是由发动机、底盘、车身和电气设备等四部分组成。小轿车装有空调和其他附属设备。普通货车总体构造的基本型式见图 0-1;普通轿车总体构造的基本型式见图 0-2。

图 0-1　货车的总体构造

1-发动机;2-前悬架;3-转向车轮;4-离合器;5-变速器;6-万向传动装置;7-驱动桥;8-驱动车轮;9-后悬架;10-车架;11-车箱;12-转向盘;13-驾驶室

发动机——使供入其中的燃料燃烧产生动力,是汽车行驶的动力源泉。

底盘——接受发动机的动力,使汽车正常行驶。由传动系、行驶系、转向系和制动系组成。

行驶系——安装部件、支承全车并保证行驶。由车架、车桥、车轮和悬架等组成。

转向系——保证汽车按驾驶员选定的方向行驶。由转向器和转向传动机构组成。

制动系——使汽车能减速以至于停车,并保证驾驶员离去后汽车能可靠停驻。

车身——用以安置驾驶员、乘客或货物。客车和轿车是整体车身;普通货车车身由驾驶室和货箱组成。

电气设备——由电源和用电设备组成,包括发电机、蓄电池、起动系、点火系以及汽车的照明、信号装置和仪表等。此外,在现代汽车上愈来愈多地装用各种电子设备:微处理机、中央计算机系统及各种人工智能装置(自诊、防盗、巡航、防抱死、车身高度自调等),显著地提高了汽

车的使用性能。

三、汽车的主要技术参数

为了说明汽车的主要技术性能，经常用下列参数来表示。

1. 整车整备质量　汽车完全装备好的质量(kg，以下各质量参数相同)，应是：完整的发动机、底盘、车身、全部电气设备和车辆正常行驶所需要地辅助设备的质量；及加足燃、润料，冷却液的质量；和随车工具、备用车轮及备品等的质量之和。

2. 最大总质量　汽车满载时的总质量。

3. 最大装载质量　最大总质量和整车整备质量之差。

4. 最大轴载质量　汽车单轴所承载的最大总质量。

5. 车长　垂直于车辆纵向对称平面并分别抵靠在汽车前、后最外端突出部位的两垂面间的距离(mm，以下各尺寸参数同)。

6. 车宽　平行于车辆纵向对称平面并分别抵靠车辆两侧固定突出部位(除后视镜、侧面标志灯、方位灯、转向指示灯等)的两平面之间的距离。

7. 车高　车辆支承平面与车辆最高突出部位相抵靠的水平面之间的距离。

8. 轴距　汽车直线行驶位置时，同侧相邻两轴的车轮落地中心点到车辆纵向对称平面的两条垂线间的距离。

9. 轮距　在支承平面上，同轴左右车轮两轨迹中心间的距离(轴两端为双轮时，为左右两条双轨迹的中线间的距离)。

10. 前悬　在直线行驶位置时，汽车前端刚性固定件的最前点到通过两前轮轴线的垂面间的距离。

11. 后悬　汽车后端刚性固定件的最后点到通过最后车轮轴线的垂面间的距离。

12. 最小离地间隙　满载时，车辆支承平面与车辆(图 0-3 所示，0.8b 区域内)最低点之间

图 0-3　汽车常用主要结构参数

L-车长；B-车宽；H-车高；L_1、L_2-轴距；A_1、A_2-轮距；S_1-前悬；S_2-后悬；α_1-接近角；α_2-离去角；C-最小离地间隙

的距离。

13. 接近角　汽车前端突出点向前轮引的切线与地面的夹角(°)。

14. 离去角　汽车后端突出点向后轮引的切线与地面的夹角(°)。

15. 转弯直径　外转向轮(转向盘转到极限位置)的中心平面在车辆支承平面上的轨迹圆直径(mm)。

16. 最高车速　汽车在平坦公路上行驶时能达到的最高速度(km/h)。

17. 最大爬坡度　汽车满载时的最大爬坡坡能力((°)或%)。

18. 平均燃料消耗量　汽车在公路上行驶时平均的燃料消耗量(L/100 km)。

汽车常用结构参数如图 0-3 所示。

第一篇　汽车发动机

发动机是将某种能量转化为机械能的一种机器。

现代汽车用发动机多为往复活塞式内燃机，简称活塞式内燃机。它是将燃料在气缸内燃烧，使其热能直接转化成机械能的机器。

现代汽车用发动机的燃料有汽油、柴油、酒精和液化石油气等，根据使用的广泛性，本篇所述发动机仅限于燃用汽油的发动机(简称汽油机)和燃用柴油的发动机(简称柴油机)。

第一章　发动机的工作原理和总体构造

第一节　基本术语

在图 1-1 中，活塞 2 置于气缸 1 中，活塞可在气缸内作往复直线运动，活塞通过连杆 3 和曲轴 4 相连，曲轴可绕其轴线旋转。

图 1-1　发动机基本术语示意图

1-气缸；2-活塞；3-连杆；4-曲轴

1. 上止点　活塞离曲轴回转中心最远处，通常指活塞上行到最高位置(图 1-1a)。

2. 下止点　活塞离曲轴回转中心最近处，通常指活塞下行到最低位置(图 1-1b)。

3. 活塞行程(s)　上、下两止点间的距离(mm)。

4. 曲柄半径(R)　与连杆下端(即连杆大头)相连的曲柄销中心到曲轴回转中心的距离(mm)。

显然，$s=2R$。曲轴每转一转，活塞移动两个行程。

5. 气缸工作容积(V_h)　活塞从上止点到下止点所让出的空间容积(L)。

$$V_h=\frac{\pi D^2}{4\times 10^6}s \qquad (L)$$

式中：D——气缸直径(mm)。

6. 发动机排量(V_L)　发动机所有气缸工作容积之和(L)。设发动机的气缸数为 i, 则

$$V_L = V_h i \quad (L)$$

7. 燃烧室容积(V_c)　活塞在上止点时, 活塞上方的空间叫燃烧室, 它的容积叫燃烧室容积(L)。

8. 气缸总容积(V_a)　活塞在下止点时, 活塞上方的容积称为气缸总容积(L)。它等于气缸工作容积与燃烧室容积之和, 即

$$V_a = V_h + V_c$$

9. 压缩比(ε)　气缸总容积与燃烧室容积的比值, 即

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

它表示活塞由下止点运动到上止点时, 气缸内气体被压缩的程度。压缩比越大, 压缩终了时气缸内的气体压力和温度就越高。一般车用汽油机的压缩比为 6～10, 柴油机的压缩比为 15～22。

10. 发动机的工作循环　在气缸内进行的每一次将燃料燃烧的热能转化为机械能的一系列连续过程(进气、压缩、作功和排气)称发动机的工作循环。

11. 二冲程发动机　活塞往复两个行程完成一个工作循环的称为二冲程发动机。

12. 四冲程发动机　活塞往复四个行程完成一个工作循环的称为四冲程发动机。

第二节　发动机的简单工作原理

一、四冲程汽油机的工作原理

四冲程汽油机是由进气、压缩、作功和排气完成一个工作循环的, 图 1-2 为单缸四冲程汽油机工作原理示意图。

图 1-2　单缸四冲程汽油机工作原理示意图

1-化油器; 2-进气管; 3-进气门; 4-气缸; 5-活塞; 6-连杆; 7-曲轴; 8-火花塞; 9-排气门; 10-排气管

1. 进气行程　活塞由曲轴带动从上止点向下止点运动。此时, 进气门开启, 排气门关闭(图 1-2a)。由于活塞下移, 活塞上腔容积增大, 形成一定真空度, 在真空吸力的作用下, 经过滤清的空气与化油器供给的汽油形成混合气, 经进气门被吸入气缸, 至活塞运动到下止点时, 进

需要全本请访问 www.ertongbook.com

气门关闭，停止进气，进气行程结束。

进气行程结束时，由于进气过程中化油器进气管、进气门等有进气阻力，气缸内压力低于大气压，约为 75 kPa～90 kPa。由于气缸壁、活塞等高温机件及残留高温废气的加热，气体温度约为 370 K～440 K。

2. 压缩行程　进气行程结束时，活塞在曲轴的带动下，从下止点向上止点运动，(图 1-2b)。此时，进、排气门均关闭，随着活塞上移、活塞上腔容积不断减小，混合气被压缩，至活塞到达上止点时，压缩行程结束。

在压缩行程过程中，气体压力和温度同时升高，混合气进一步混合，形成可燃混合气。压缩终了时，气缸内的压力约为 600 kPa～1 500 kPa，温度约为 600 K～800 K，远高于汽油的点燃温度[①] (约 263 K)，因而很容易点燃。

3. 作功行程　压缩行程末(图 1-2c)，火花塞产生电火花，点燃气缸内的可燃混合气，并迅速着火燃烧，气体产生高温、高压，在气体压力的作用下，活塞由上止点向下止点运动，再通过连杆驱动曲轴旋转向外输出作功，至活塞运动到下止点时，作功行程结束。

在作功过程中，开始阶段气缸内气体压力、温度急剧上升，瞬时压力可达 3 MPa～5 MPa，瞬时温度可达 2 200 K～2 800 K。随着活塞的下移，压力、温度下降，作功行程终了时，压力约为 300 kPa～500 kPa，温度约为 1 500 K～1 700 K。

4. 排气行程　在作功行程终了时，排气门被打开，活塞在曲轴的带动下由下止点向上止点运动(图 1-2d)。废气在自身的剩余压力和活塞的驱赶作用下，自排气门排出气缸，至活塞运动到上止点时，排气门关闭，排气行程结束。

排气终了时，由于燃烧室容积的存在，气缸内还存有少量废气，气体压力也因排气门和排气道等有阻力而高于大气压。此时，压力约为 105 kPa～125 kPa，温度约为 900 K～1 200 K。

排气行程结束后，进气门再次开启，又开始了下一个工作循环，如此周而复始，发动机就自行运转。

二、四冲程柴油机的工作原理

四冲程柴油机和四冲程汽油机工作原理一样，每个工作循环也是由进气、压缩、作功和排气四个行程所组成。但柴油和汽油性质不同，柴油机在可燃混合气的形成、着火方式等与汽油机有较大区别。下面主要介绍与汽油机工作原理不同之处。图 1-3 为单缸四冲程柴油机工作原理示意图。

1. 进气行程　进气行程如图 1-3a 所示。它不同于汽油机的是进入气缸的不是混合气，而是纯空气。

由于进气阻力比汽油机小，上一冲程残留的废气温度比较低等原因，进气终了压力和温度与汽油机稍有不同，压力约为 800 kPa～900 kPa，温度约为 320 K～350 K。

2. 压缩行程　压缩行程如图 1-3b 所示。不同于汽油机的是压缩的是纯空气，且由于柴油机压缩比大，压缩终了的温度和压力都比汽油机高，压力可达 3 MPa～5 MPa，温度可达 800 K～1 000 K。

---

① 点燃温度是指燃料在空气中移近火焰时，其表面上的燃料蒸气能够被点着的最低环境温度。汽油的点燃温度很低，约为 263 K，柴油的点燃温度高，约为 313 K～359 K。点燃温度与自燃温度不同，后者是指燃料不与火焰接近，能够自行燃烧的最低环境温度；柴油的自燃温度低，约为 473 K～573 K，汽油的自燃温度高，约为 653 K。

图 1-3　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. 作功行程　作功行程如图 1-3c 所示。此行程与汽油机有很大不同,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,迅速汽化并与空气形成可燃混合气。因为此时气缸内的温度远高于柴油的自燃温度(约 500 K 左右),柴油自行着火燃烧,且以后的一段时间内边喷边燃烧,气缸内的温度、压力急剧升高,推动活塞下行作功。

此行程中,瞬时压力可达 5 MPa～10 MPa,瞬时温度可达 1 800 K～2 200 K;作功终了,压力约为 200 kPa～400 kPa,温度约为 1 200 K～1 500 K。

4. 排气行程　排气行程如图 1-3d 所示。与汽油机排气行程基本相同。排气终了,气缸压力约为 105kPa～125kPa,温度约为 800 K～1 000 K。

由上述四冲程汽油机和柴油机的工作原理可知:

1) 两种发动机工作循环的基本内容相似,其共同特点是:

(1) 每个工作循环曲轴转两转(720°)每一行程曲轴转半转(180°),进气行程是进气门开启,排气行程是排气门开启,其余两个行程进、排气门均关闭。

(2) 四个行程中,只有作功行程产生动力,其它三个行程是为作功行程做准备工作的辅助行程,虽然作功行程是主要行程,但其它三个行程也不可缺少。

(3) 发动机运转的第一个循环,必须有外力使曲轴旋转完成进气、压缩行程,着火后,完成作功行程,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。

2) 两种发动机工作循环的主要不同之处是:

(1) 汽油机的汽油和空气在气缸外混合,进气行程进入气缸的是可燃混合气。而柴油机进气行程进入气缸的是纯空气,柴油是在作功行程开始阶段喷入气缸,在气缸内与空气混合,即混合形成方式不同。

(2) 汽油机用电火花点燃混合气,而柴油机是用高压将柴油喷入气缸内,靠高温气体加热自行着火燃烧,即着火方式不同。所以汽油机有点火系,而柴油机则无点火系。

三、二冲程汽油机的工作原理

二冲程汽油机完成一个工作循环也需向缸内引入可燃混合气,然后将其压缩,着火作功后再将燃烧后的废气排到大气中去,但它完成上述工作是在活塞往复运动两个行程完成的。图 1-4 为二冲程汽油机工作原理示意图,从图看在气缸上开三个口,排气口位于作功时活塞全行

程的三分之二处,它稍高于换气口,进气口在气缸的下部。其工作原理如下:

第一行程——活塞在曲轴的带动下由下止点向上止点运动,当活塞上行到将换气口、排气口关闭时(图 1-4a),已进入气缸的混合气被压缩,直到活塞运动到上止点,压缩行程便结束。

图 1-4　单缸二冲程汽油机工作原理示意图

a)压缩;b)进气;c)燃烧;d)换气

1-进气口;2-排气口;3-换气口

随着活塞上行,曲轴箱容积增大,形成一定的真空度,当活塞上行到进气口露出时(图 1-4b),化油器供应的新鲜混合气在真空吸力的作用下被吸入曲轴箱内。

第二行程——当活塞上行到接近上止点时(图 1-4c),火花塞产生电火花,点燃缸内的可燃混合气,混合气着火燃烧产生高温、高压,在气压的作用下,活塞由上止点向下止点运动,带动曲轴旋转向外输出作功。

当活塞下移到将进气口堵死时,随着活塞继续下移,曲轴箱内的新鲜混合气被预压。

当活塞下行到排气口露出时(图 1-4d),燃烧后的废气在自身压力下经排气口排出气缸,紧接着换气口开启,曲轴箱内被预压的混合气经换气口进入气缸。这一过程称为:“换气过程”,它一直延续到下一个行程活塞上行到将换气口、排气口关闭为止。

由上述可知,第一行程活塞上方进行换气、压缩,活塞下方进气;第二行程活塞上方进行作功、换气,活塞下方混合气被预压,换气过程纵跨两个行程。

排气口位置稍高于换气口,这样可使作功行程将要结束时,排气口首先露出,气缸内的废气在残压的作用下迅速排出,既有利于排气干净,也可使气缸内压力迅速降低,便于当换气口露出时,新鲜混合气进入气缸。

活塞顶部通常做成特殊形状,以便将从换气口进入气缸的新鲜混合气引到气缸的上部。这样既可防止新鲜混合气混入废气内,随废气一起排出气缸,又可驱赶废气,使排气更加彻底。事实上,尽管如此,要完全避免新鲜混合气不随废气排出是不可能的,故二冲程发动机的换气“品质”差。

四、二冲程柴油机工作原理

二冲程柴油机工作原理同二冲程汽油机工作原理有很多相似之处,所不同的是进入气缸的不是混合气,而是纯空气。图 1-5 为有换气泵的单缸二冲程柴油机工作原理示意图。新鲜空气由换气泵提高压力(约 120 kPa～140 kPa),后经气缸外部的空气室和气缸上的进气口进入气缸内,而废气由专设的排气门排出。工作原理如下:

图 1-5　单缸二冲程柴油机工作原理示意图

第一行程——活塞由下止点向上止点运动，冲程开始前，进气口和排气门均已开启，由换气泵将提高压力的空气泵入气缸进行换气(图 1-5a)。当活塞继续上行将进气口关闭、排气门也关闭时，开始压缩缸内的空气(图 1-5b)。当活塞接近上止点时，喷油器向缸内喷入雾状柴油，柴油迅速与空气混合形成可燃混合气并自行着火燃烧(图 1-5c)。

第二行程——活塞到达上止点后，着火燃烧的高温、高压气体推动活塞下行作功。活塞下行至约三分之二行程时，排气门开启，废气靠自身压力排出气缸(图 1-5d)，此后进气口开启，进行与二冲程汽油机类似的换气过程。

比较上述四冲程发动机与二冲程发动机的工作原理可以看出，二冲程发动机具有以下特点：

1．四冲程发动机的进、排气是两个分开的专门过程，而二冲程发动机单纯的排气(或进气)时间极短，主要是一个几乎完全重叠的，以新鲜气体清扫废气的换气过程。这样的换气过程不可避免地会发生新鲜气体和废气混合，造成废气难以排净和新鲜气体随废气排出的后果。

2．完成一个工作循环，二冲程发动机只需转一转，而四冲程发动机需要转两转。因此，当发动机工作容积、压缩比和转速相等时，从理论上讲，二冲程发动机的功率应为四冲程发动机功率的两倍，但实际上，只有 1.5～1.6 倍，这是由于二冲程发动机难以将废气排净，以及为了

安排换气过程而较多地损失了高压气体的作功能力，另外还有可燃混合气随废气排出等所致。

3. 当转速相同时，二冲程发动机的作功次数较四冲程发动机多一倍。因此，二冲程发动机运转较平稳，这对单缸发动机来说更为明显。

4. 由于没有气门或只有排气门，也就省去了配气机构或使配气机构较为简单，简化了发动机的结构。

由于二冲程汽油机有混合气损失，故经济性差，在大中型汽车上的应用受到了限制。但由于它结构简单、重量轻、制造成本低等优点，轻便摩托车和微型汽车的小排量发动机广泛采用。二冲程柴油机由于换气时进入气缸的是纯空气，没有燃料损失，为某些汽车所采用。

五、多缸发动机的工作

从上述各单缸发动机工作原理可知，只有作功行程产生动力，其它三个行程都要消耗动力。为了维持运动，单缸发动机必须有一个贮备能量较大的飞轮。即使如此，发动机运转仍然是不平稳的，作功行程快，其它行程慢。另外，单缸发动机还有其它缺点，使其在汽车上的应用受到了限制。

汽车上实际应用的是多缸发动机，它是由若干个相同的单缸排列在一个机体上共用一根曲轴输出动力所组成。现代汽车上用的较多是四缸、六缸、八缸发动机。

多缸发动机是在曲轴转角 720 ℃内(四冲程发动机)或曲轴转角 360 ℃内(二冲程发动机)，各缸都要象单缸发动机一样完成一个工作循环。为了使发动机运转平稳，除少数发动机因结构限制外，各缸作功间隔角大都均等。如四冲程六缸发动机各缸作功间隔角为

$$\phi = \frac{720^\circ}{6} = 120^\circ$$

即曲轴每转 120 就有一个缸作功，各缸作功行程略有搭接，这样发动机运转较单缸发动机平稳得多。另外，由于各缸的作功行程为其它缸的准备行程提供动力，所以贮存能量的飞轮也较单缸发动机小得多。

多缸发动机各缸作功行程发生的顺序，称为发动机的工作顺序或点火顺序，图 1-6a、b、c、

图 1-6　多缸发动机的点火顺序和作功重叠示意图

a)四缸，工作顺序 1- 2- 4- 3；b)六缸，工作顺序 1- 5- 3- 6- 2- 4；c)八缸，工作顺序 1- 5- 4- 8- 6- 3- 7- 2

d 各示出了四、六、八缸四冲程发动机的一种工作顺序。可以看出四缸发动机从理论上讲作功冲程就已连续，而六、八缸发动机都有作功重叠，且缸数越多、重叠得就越大，发动机运转得就越平稳。

多缸发动机的点火顺序应遵守一定的规律，这个规律将在第二章第四节中介绍。

第三节　发动机的总体构造

由于发动机的基本原理相似，基本构造也就大同小异，汽油机通常由二大机构、五大系统组成；柴油机由二大机构、四大系统（较汽油机缺点火系）组成。

下面以 EQ6100—1 型汽油发动机（参见图 1-7）为例，介绍发动机的总体构造。

它的两大机构是：

1．曲柄连杆机构　曲柄连杆机构主要由缸盖 4、缸体 11、油底壳 14、活塞 23、连杆 31、曲轴 12 及飞轮等组成。由前述的发动机工作原理可知，可燃混合气在气缸内燃烧产生的高压是通过活塞、连杆、曲轴等变为有用的机械能输出的，可见曲柄连杆机构是维持发动机工作循环，实现能量转换的主要机构。

2．配气机构　配气机构主要由进气门 5、排气门 3、挺杆 25、推杆 21、摇臂 20、凸轮轴 10、凸轮轴正时齿轮 16 等组成。其作用是适时开关进、排气门，以便可燃混合气能及时进入气缸、

图　1-7

需要全本请访问 www.ertongbook.com