

汽车构造简明教学套书

汽车发动机 简明教学图解

第2版

林家让 编著



電子工業出版社

PUH SPRING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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



汽车构造简明教学套书

汽车发动机简明教学图解

(第2版)

林家让 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书以大量的图形对各零件进行标示及必要的文字说明,系统介绍了发动机的总体结构和各系统结构,即机体与气缸盖、曲柄连杆机构、配气系统、燃料系统、润滑系统、冷却系统和起动系统,以及汽油机的点火系统。读者通过学习,可较形象地了解现代汽车发动机结构和各系统简单的工作原理。

本书可作为高职和中等职业学校相关专业的教材,也可作为汽车维修单位的培训教材。

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

汽车发动机简明教学图解/林家让编著. —2版. —北京:电子工业出版社,2007.5

(汽车构造简明教学丛书)

ISBN 978-7-121-03941-6

I. 汽… II. 林… III. 汽车-发动机-图解 IV. U464-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 028167 号

责任编辑:夏平飞 朱清江 特约编辑:吕亚增

印 刷: 北京市铁成印刷厂
装 订:

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: 787×980 1/16 印张:7.75 字数:173 千字

印 次: 2007 年 5 月第 1 次印刷

印 数: 5000 册 定价:13.00 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

汽车是一种高技术含量的复杂机电产品,了解其结构才能正确地运用和修理。发动机是汽车的“心脏”,许多人对发动机复杂的外形和内部结构感到束手无策。将汽车发动机按系统分解并加以介绍,就能抽丝剥茧,逐渐建立起汽车发动机结构的基本知识。

本书通过图形为主、文字为辅的方式,让读者了解汽车发动机结构和主要系统工作原理,直观易学。书中以大量的图形和对各零件进行标示的方法,系统介绍了发动机的总体结构,机体与气缸盖、曲柄连杆机构、配气系统、燃料系统、润滑系统、冷却系统和起动系统,以及汽油机的点火系统。通过学习,使读者较形象地了解现代汽车发动机总体和各总成的结构。

本书适用于高职、大专或中等专科学校相关专业的教材,同时适合于汽车维修单位作培训教材,也能满足对汽车感兴趣的读者之需。

本书在编著过程中,受到西安思源学院的大力支持,在此表示衷心感谢。

恳切希望读者对本书提出宝贵改进意见。

作 者

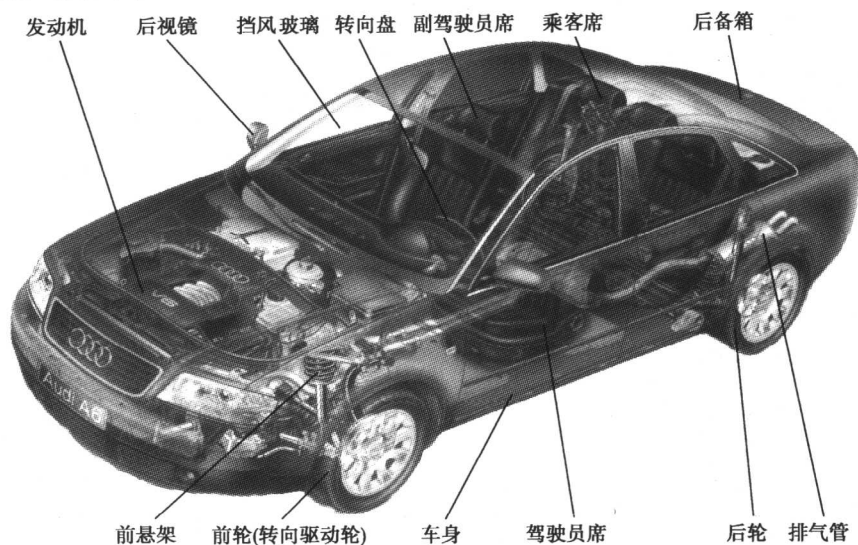
目 录

汽车总体结构·····	1	活塞组·····	26
汽车发动机基本术语·····	3	活塞·····	26
汽车发动机基本性能指标·····	4	汽油机活塞顶部结构·····	26
汽车发动机型号·····	5	柴油机活塞顶部结构·····	27
四冲程汽油机工作原理·····	6	活塞头部·····	28
四冲程柴油机工作原理·····	7	活塞裙部·····	28
二冲程汽油机工作原理·····	8	活塞裙部工作时与缸套的接触 情况·····	28
二冲程柴油机工作原理·····	9	活塞裙部径向形状·····	29
发动机总体构造·····	10	活塞的侧表面形状·····	29
平底式机体·····	13	活塞裙部镶钢片·····	30
龙门式机体·····	14	活塞环·····	31
隧道式机体·····	15	气环的密封原理·····	31
V形排列机体·····	16	气环的截面和开口形状·····	32
对置式机体·····	17	气环表面弹力分布·····	32
汽车发动机机体的结构类型·····	17	油环·····	33
干式气缸套·····	18	活塞环配组·····	33
湿式气缸套·····	18	活塞销·····	34
气缸套的磨损·····	19	连杆组·····	35
整体式气缸盖·····	20	连杆小头·····	36
块式气缸盖·····	21	连杆杆身·····	36
燃烧室·····	21	连杆大头·····	37
气道·····	23	连杆螺栓·····	37
油底壳·····	24	V形连杆组·····	38
气缸垫、气缸盖和气缸罩盖·····	24	曲轴组·····	39
曲柄连杆机构·····	25		

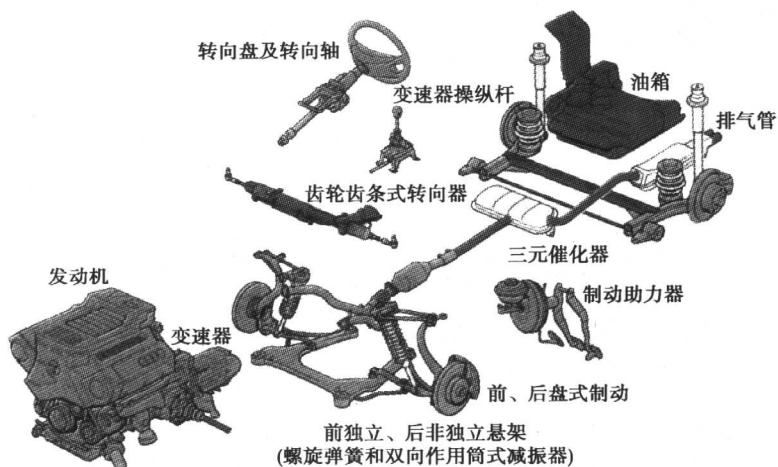
曲轴的平衡方式	41	传感器	81
曲轴轴承	43	排气净化装置	83
发动机往复惯性力的平衡	44	柴油机供油系统	84
曲轴后端的密封	44	低压供油部件	85
发动机配气系统	45	高压供油部件	87
配气机构的布置	45	喷油角度自动提前器	92
气门组	46	调速器	93
气门的布置方式	48	共轨电控柴油供油系统	95
凸轮轴	49	高压柱塞泵	96
挺柱	52	高压轴向柱塞泵	96
挺杆、摇臂	53	带三通控制阀的喷油器	97
气门间隙	54	升压喷油器	97
配气定时	55	发动机润滑系统	98
新型配气系统	56	机油泵	99
发动机增压	57	机油滤清器	101
汽油机燃料供给系	58	机油冷却器	103
传统化油器供油系统	58	汽车发动机冷却系统	104
化油器	59	强制循环水冷却系统的主要	
典型化油器	59	零部件	105
汽油泵	64	散热器	106
汽油喷射系统	65	发动机起动系统	109
汽油喷射系统的类型	66	辅助起动措施	110
电控汽油喷射系统零部件	73	汽油机点火系统	111
电动汽油泵	73	蓄电池	114
喷油器	75	点火线圈	115
进气流量计	75	分电器	116
补充空气阀	80	火花塞	117
怠速控制器	80	参考文献	118

汽车总体结构

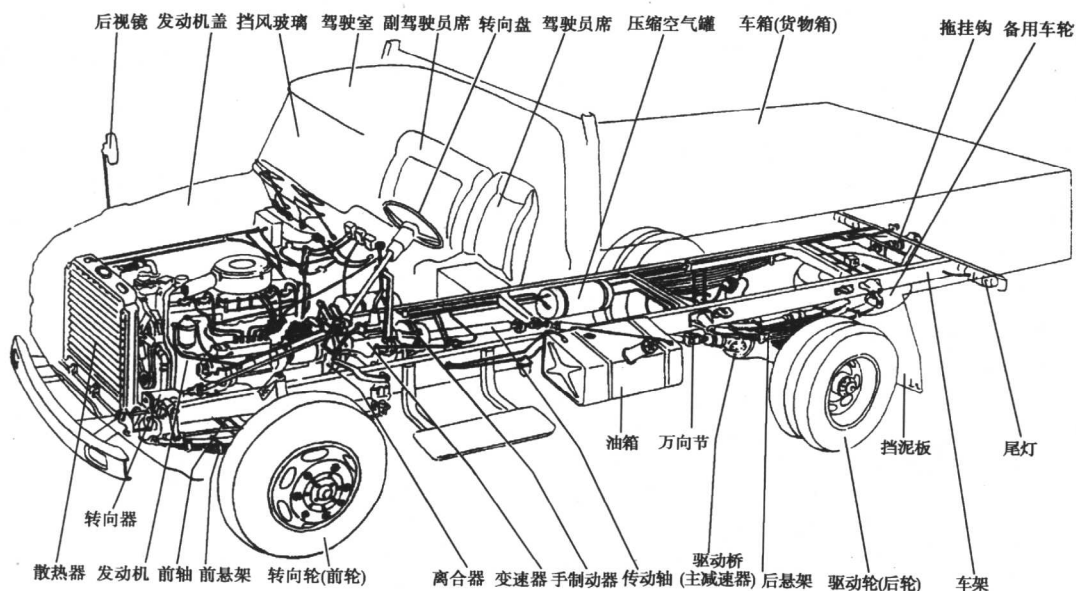
汽车由 4 大部分构成，即发动机、底盘、电子电器、车身。底盘包括传动系统的离合器和变速器或自动变速器、万向传动装置、驱动桥（主减速器和差速器）、转向系统、悬架系统、制动系统。



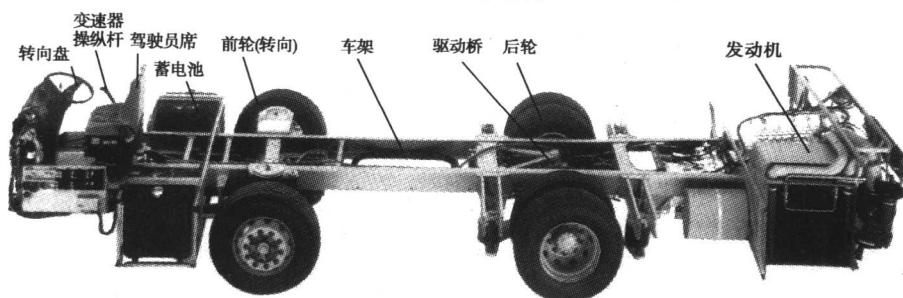
轿车的总体结构



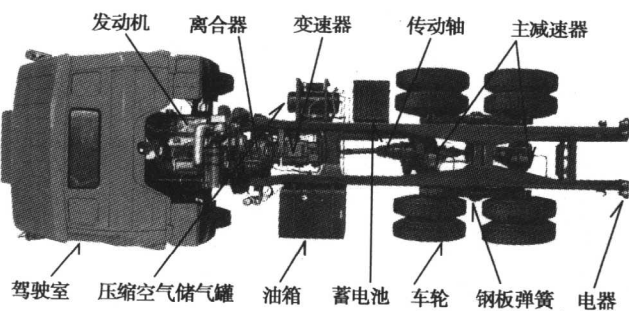
轿车的各组成部分



货车的总体结构



后置发动机的底盘



双后桥货车

汽车发动机基本术语

工作循环：发动机完成一次进气、压缩、做功和排气四个工作过程的整个循环。

止点、上止点和下止点：止点是指活塞移动的极端位置。当活塞运动到离曲轴旋转中心的最远位置，称为上止点。当活塞运动到离曲轴旋转中心的最近位置，称为下止点。

曲柄半径 R 和活塞行程 S ：曲柄半径指曲轴旋转中心（主轴颈中心）到曲柄销中心的距离。活塞行程指从一个止点到另一个止点活塞所走过的距离。显然， $S=2\times R$ 。

发动机排量 V_L (汽车排量)：发动机所有气缸工作容积的总和

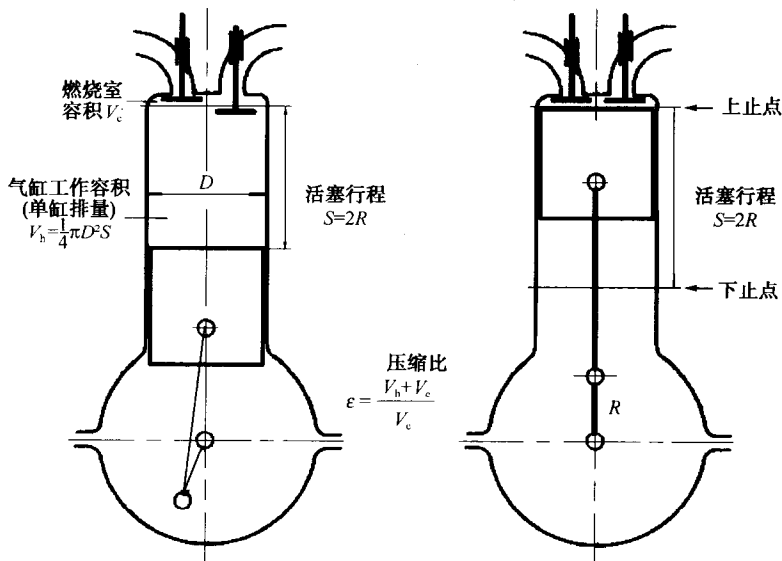
$$V_L = \frac{i}{4 \times 10^6} \pi D^2 S \quad (\text{L})$$

式中， i ——气缸数； D ——气缸直径，(mm)； S ——活塞行程，(mm)。

压缩比 ϵ ：气缸总容积和燃烧室容积之比

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

式中， V_a ——气缸总容积，是燃烧室容积和气缸工作容积之和，即 $V_a = V_h + V_c$ ，(L)； V_c ——燃烧室容积，(L)； V_h ——工作容积。



汽车发动机基本性能指标

有效功率 P_e : 发动机在单位时间内发出的有效功率

$$P_e = \frac{T_{tq} n}{9550} = \frac{P_{me} V_s n i}{30 \tau} \quad (\text{kW})$$

式中, T_{tq} ——曲轴输出转矩, ($\text{N} \cdot \text{m}$); n ——发动机转速, (r/min); P_{me} ——平均有效压力, (MPa); V_s ——单只气缸工作容积, (L); i ——气缸数; τ ——冲程数。

额定功率: 发动机在额定转速下发出的有效功率。汽车发动机一般标定 15min 额定功率, 标定额定功率时要标出相应的额定转速。

有效转矩 T_{tq} : 指发动机曲轴输出转矩。汽车发动机最大转矩出现在节气门开度最大、发动机转速较低时。标定最大转矩时要标出相应转速。

转速 n : 指发动机曲轴每分钟转动的转数。汽车发动机都是高速发动机, 汽油机转速在 4000~7000r/min, 柴油机转速在 3000r/min 左右。

怠速: 指发动机不熄火能维持运转的最低转速。

平均有效压力 P_{me} : 指一个假想的、平均不变的压力作用到活塞顶上, 使活塞移动一个行程所做的功等于每循环所做的有效功。

有效燃油消耗率 P_e : 指发动机单位功率在单位时间内燃料的消耗量, ($\text{g}/\text{kW} \cdot \text{h}$)。

汽车百公里油耗: 在一定的道路、环境和测试条件下, 汽车等速行驶 100km 消耗的燃料升数 (L), 单位是 $\text{L}/100\text{km}$ 。百公里油耗有 60km/h 等速油耗、90km/h 等速油耗和 120km/h 等速油耗等几种。

发动机环保性能指标: 发动机有害排放指的是 CO 、 HC 、 NO_x 和除水以外的其他有害液体或固体微粒。我国执行的发动机环保性能指标有国家标准和欧洲标准, 如欧 II、欧 III 等, 数字越高, 对发动机环保性能指标要求越严, 发动机有害排放物的量越少。

噪声指标: 汽车噪声包括发动机运转噪声和汽车行驶噪声, 是城市噪声的一个重要来源, 我国标准规定, 轿车运行噪声不应大于 82dB。

发动机干质量 N_w : 无冷却液 (水)、润滑油和燃油的发动机总质量。

发动机可靠性: 指在规定的运转条件下, 发动机具有持续工作, 不会因故障而影响正常运转的能力。

发动机耐久性: 指发动机的寿命, 即发动机主要磨损件磨损到大修极限时的汽车运行公里数。

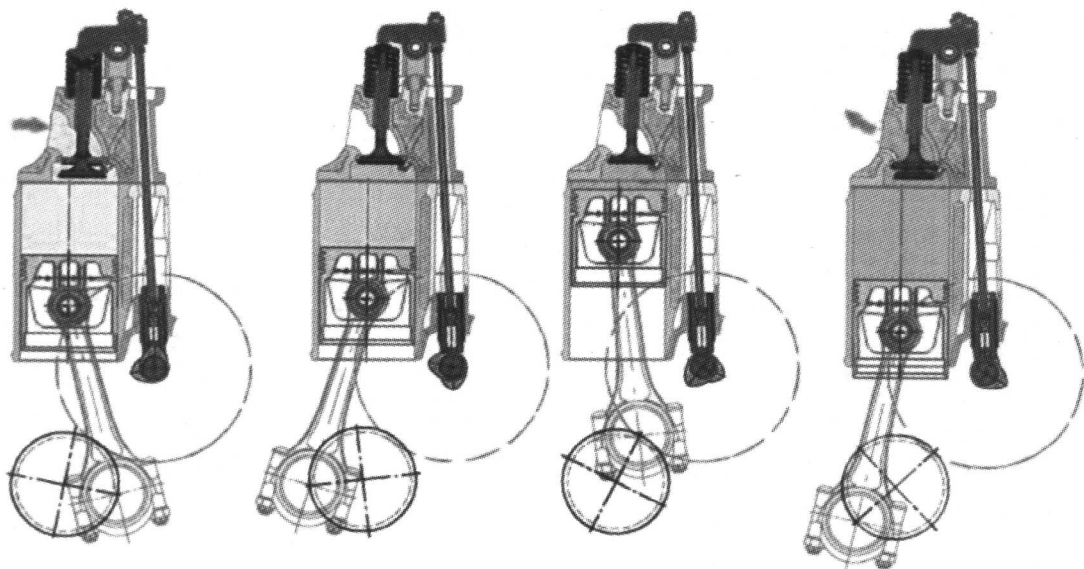
汽车发动机型号

按照国家标准 GB/725—1991 的规定,发动机型号应指出发动机使用燃料类型、制造企业名称、发动机主要结构特征和用途特征等。

发动机型号 (GB/725—1991)

部位	首部			中部				后部		尾部
含义	系列代号	换代符号	地方企业代号	缸数	气缸布置形式	冲程	缸径 (mm)	结构特征	用途特征	设计区分
内容	代号	符号	拼音字母	数字	缺省: L 形或单缸 V: V 形 P: 平卧	缺省: 四冲程 E: 二冲程	数字	缺省: 水冷 F: 风冷 N: 凝气冷却 S: 十字头式 Z: 增压 ZL: 增压中冷 Dz: 可逆转	缺省: 通用或固定 T: 拖拉机用 M: 摩托车用 G: 工程机械用 Q: 汽车用 J: 机车用 D: 发电用 C: 船用右机 Cz: 船用左机 Y: 农用运输车 L: 林业机械用	数字或字母
示例:										
6135Q				6 缸	L	四冲程	135	水冷	汽车用柴油机	
10V120FQ				10 缸	V	四冲程	120	风冷	汽车用柴油机	
12VE230ZCz				12 缸	V	二冲程	230	增压水冷	船用左机柴油机	
1E65F				单缸	L	二冲程	65	风冷	通用汽油机	
BJ492QA	北京汽车 制造厂			4 缸	L	四冲程	92	水冷	汽车用汽油机	变型
EQ6100—1	第二汽车 制造厂			6 缸	L	四冲程	100	水冷	汽车用汽油机	变型

四冲程汽油机工作原理



(a) 进气行程

(b) 压缩行程

(c) 做功行程

(d) 排气行程

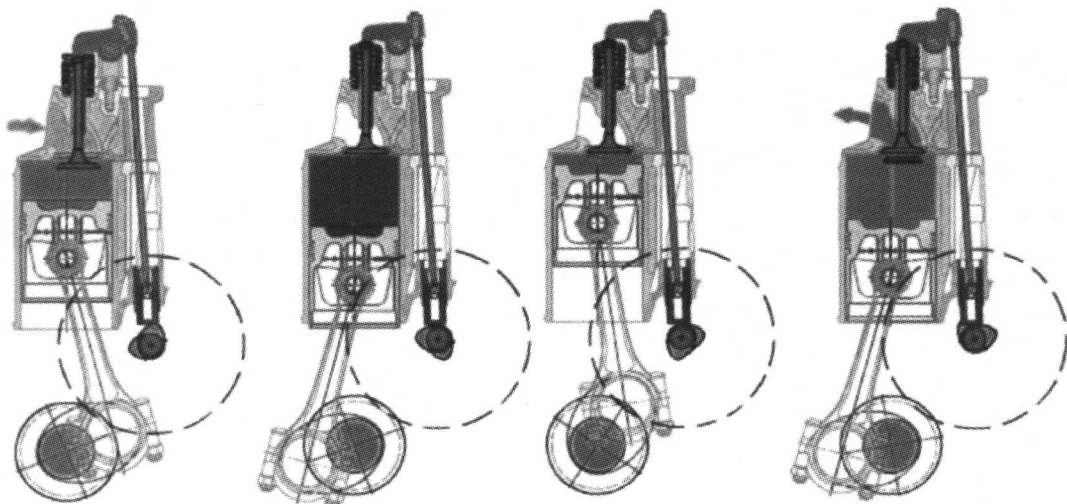
(a) **进气行程**：活塞从上止点运动到下止点，汽油空气混合气进入发动机气缸。在上止点之前，进气门已打开，以减少活塞从上止点下移的抽真空阻力。而排气门在上止点时仍未关闭，以利用排气惯性尽量排出上一个循环的废气。

(b) **压缩行程**：活塞从下止点运动到上止点。随着活塞上移，气缸容积变小，缸内混合气被压缩，压力、温度都升高，但并未达到汽油空气混合气自燃的温度，因此，汽油机必须在上止点之前用火花塞点火。

(c) **做功行程**：做功行程时高温高压气体膨胀，推动活塞从上止点运动到下止点，通过曲轴连杆机构对外输出功率。

(d) **排气行程**：活塞从下止点运动到上止点。做完功的废气以高于大气的压力排出气缸，所以使废气排出速度很快。

四冲程柴油机工作原理



(a) 进气行程

(b) 压缩行程

(c) 做功行程

(d) 排气行程

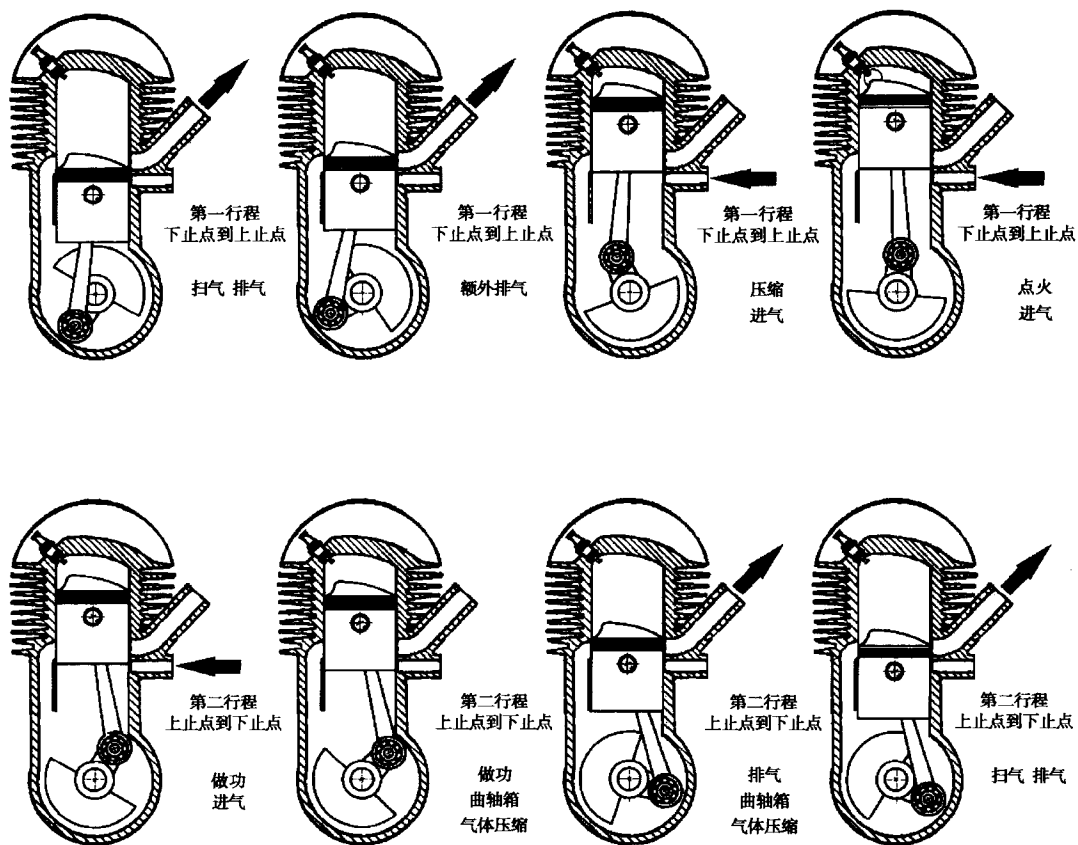
(a) **进气行程**：活塞从上止点运动到下止点，纯净空气进入气缸。

(b) **压缩行程**：活塞从下止点运动到上止点。在活塞接近上止点之前，柴油以 $12\sim 200\text{MPa}$ 的压力喷入气缸，在有压力和温度的气体内迅速气化，形成可燃混合气。由于气缸内温度超过柴油空气混合气自燃温度，混合气立即自燃着火。

(c) **做功行程**：高温高压气体膨胀，推动活塞从上止点运动到下止点，发动机对外做功。

(d) **排气行程**：活塞从下止点运动到上止点。活塞到达上止点时，未排净的废气压力仍有 $0.105\sim 0.12\text{MPa}$ ，温度有 $700\sim 900\text{K}$ 。

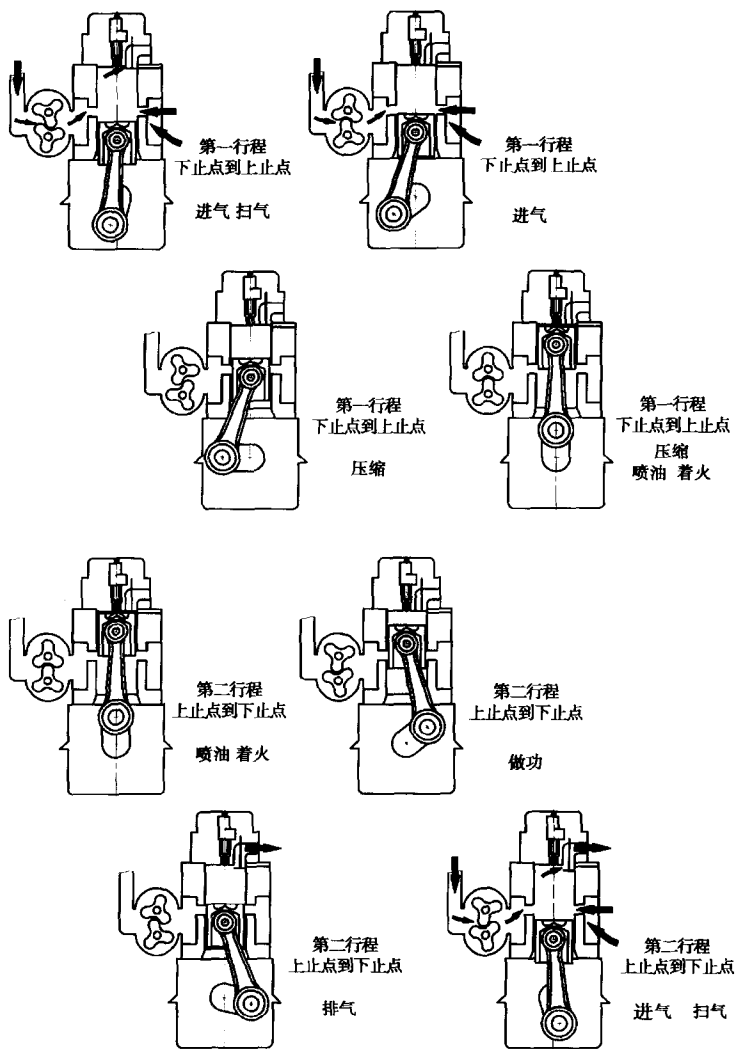
二冲程汽油机工作原理



二冲程发动机的进气、压缩、做功和排气工作过程在曲轴转动一周即 360°CA 内完成，活塞运动从下止点到上止点，又从上止点到下止点完成一个往复。

上图所示为气口换气、曲轴箱压缩式二冲程汽油机工作原理。第一行程指活塞从下止点运动到上止点，完成工作过程中的扫气、排气、压缩、点火和进气等。第二行程指活塞从上止点运动到下止点，完成工作过程中的做功、进气、曲轴箱内进气的压缩、扫气和排气等。

二冲程柴油机工作原理

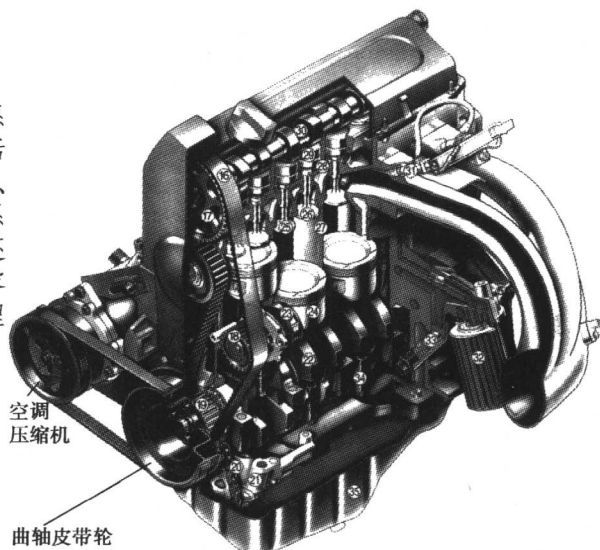


上图是气口换气、有排气门、采用罗茨式压缩机进行进气压缩和扫气的直流换气方案二冲程柴油机的工作原理，曲轴旋转一周，活塞一个来回完成一个工作循环。

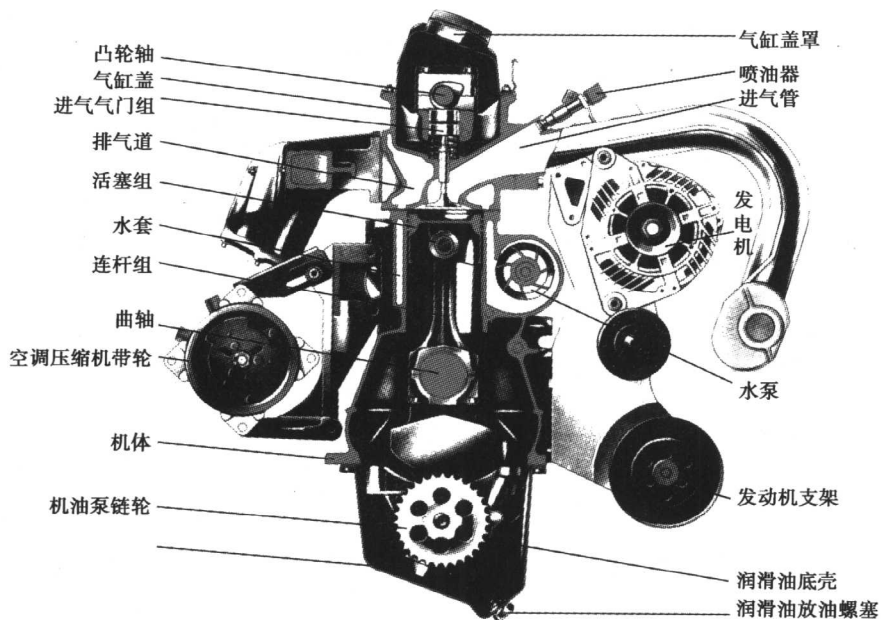
第一行程指活塞从下止点运动到上止点，完成工作过程中的进气、扫气、压缩和喷油着火等。第二行程指活塞从上止点运动到下止点，完成工作过程中的做功、排气、进气和扫气等。

发动机总体构造

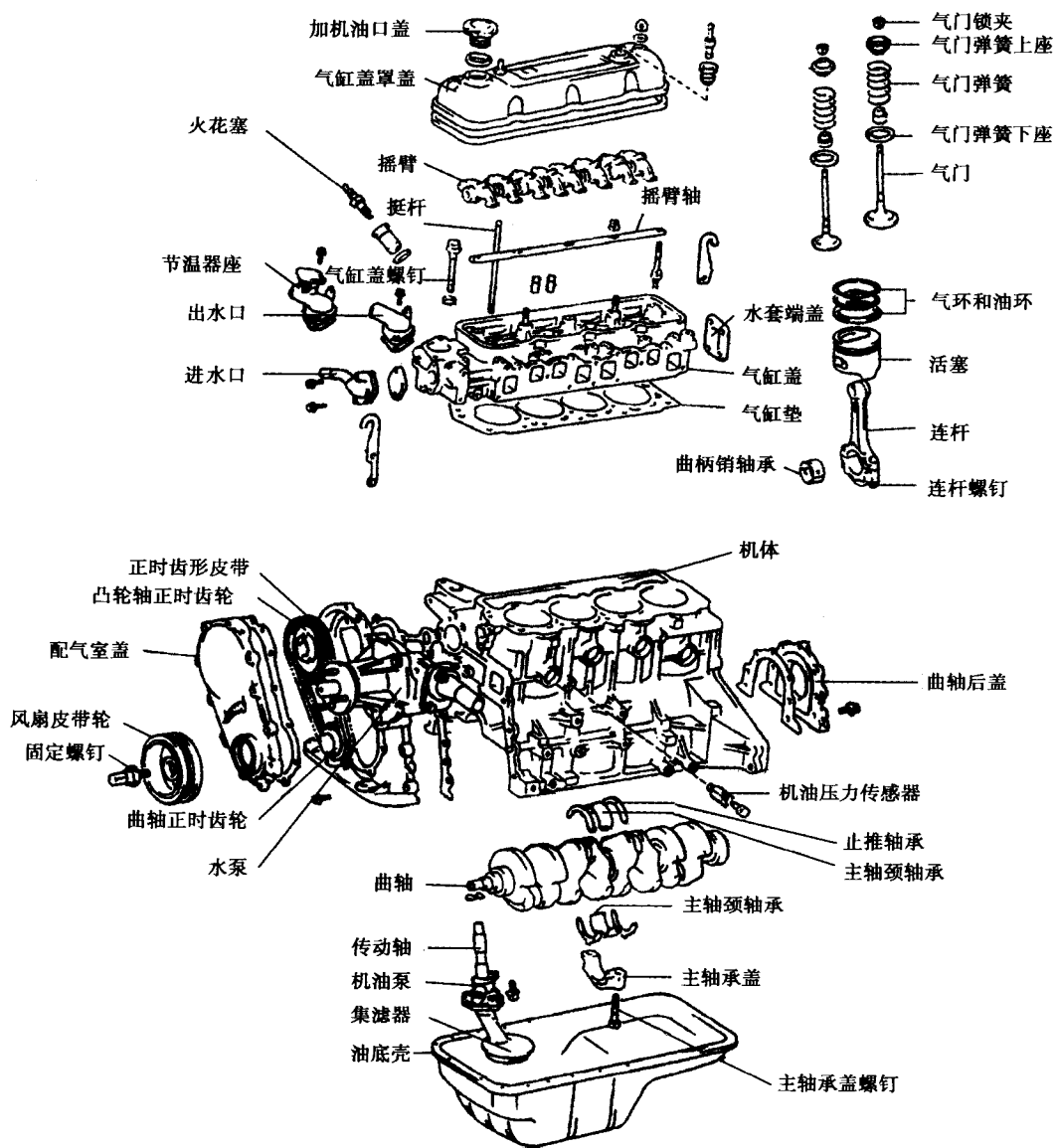
往复活塞式发动机由7或8个系统构成，即曲柄连杆机构（包括活塞）、机体与气缸盖（包括气缸套）、配气系统、燃料供给系统、润滑系统、冷却系统、起动系统，汽油机还有点火系统。每台发动机各系统的零部件结构不尽相同，但系统工作原理都是一样的。



发动机总体构造



桑塔纳轿车 AJR 型电控汽油喷射汽油机的总体构造



J1462Q 型汽油机总体构造