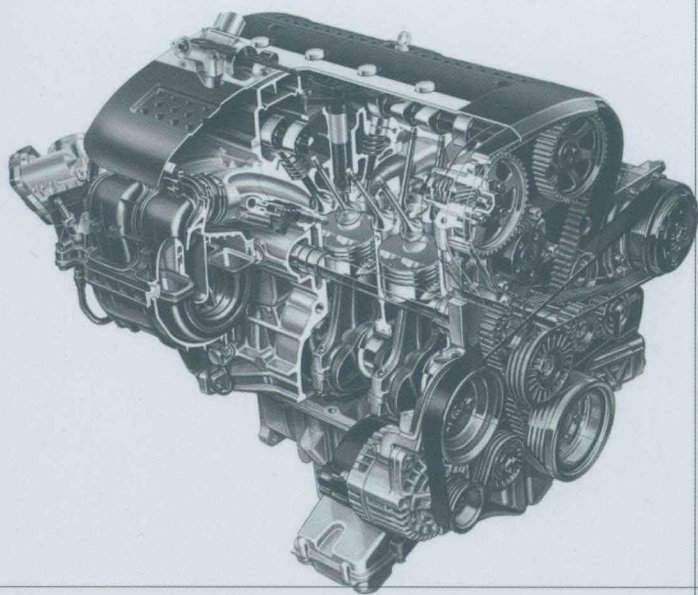


· 汽车驾驶员、汽车修理工通用培训教材 ·

# 汽车构造图册 (发动机)

第三版

张则曹 主编



人民交通出版社  
China Communications Press

汽车驾驶员、汽车修理工通用培训教材

Qiche Gouzao Tuce (Fadongji)

# 汽车构造图册（发动机）

（第三版）

张则曹 主编



人民交通出版社

## 内 容 提 要

本书是《汽车构造图册（发动机）》第三版，本书根据发动机结构组成，系统展示了两大机构五大系统的名称、结构分类、功用、工作原理和工作过程。

本书可作为汽车专业学历教育教材和汽车行业通用培训教材，亦可供汽车工程技术人员、汽车驾驶员、汽车修理工以及汽车爱好者阅读参考。

### 图书在版编目（CIP）数据

汽车构造图册（发动机）/张则曹主编.—3版.—北京：人民交通出版社，2010.6

汽车驾驶员、汽车修理工通用培训教材

ISBN 978-7-114-07997-9

I. 汽… II. 张… III. ①汽车—构造—技术培训—教材  
②汽车—发动机—构造—技术培训—教材 IV. U463

中国版本图书馆CIP数据核字（2009）第168169号

书 名：汽车构造图册（发动机）第三版

著 者：张则曹

责任编辑：何 亮

出版发行：人民交通出版社

地 址：（100011）北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址：<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话：（010）59757969，59757973

总 经 销：人民交通出版社发行部

经 销：各地新华书店

印 刷：北京交通印务实业公司

开 本：787×1092 1/16

印 张：7.25

字 数：162千

版 次：1991年12月第1版

1998年8月第2版

2010年6月第3版

印 次：2010年6月第1次印刷

书 号：ISBN 978-7-114-07997-9

印 数：188601~192600册

定 价：14.00元

（如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换）

## 第 三 版 前 言

---

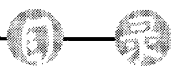
《汽车构造图册（发动机）》、《汽车构造图册（底盘）》初版于1991年12月问世，1998年修订出版了第二版，其间重复印刷多次，累计印数超过18万册，深受广大读者的欢迎，对我国汽车专业职业教育的发展起到了很好的促进作用。现今，汽车技术迅速发展，科技含量不断提高，原图册已无法适应时代要求，为此，我们对原图册进行了全面的修改、充实和完善。

本次修订在形式上传承以往图文并茂的风格，在内容上紧紧围绕“必要”、“够用”的原则，系统、完整地介绍了汽车的结构，详细阐述了各部分机件的名称、结构、分类、功用、工作原理和工作过程，充实了电子控制燃油喷射系统、自动变速器、独立悬架、气压制动系、制动防抱系、汽车空调、安全气囊与车身方面的新技术。

本书由张则曹主编。参加编写的有浙江大学后勤集团公司张林峰、东阳交通局徐晓民、杭州汽车技工学校周德平、杭州技师学院缪勤震、象山交通局徐安康、杜文忠和慈溪许建设技师。

由于作者水平有限，书中难免有不当之处，恳请读者批评赐教。

编者  
2009年6月



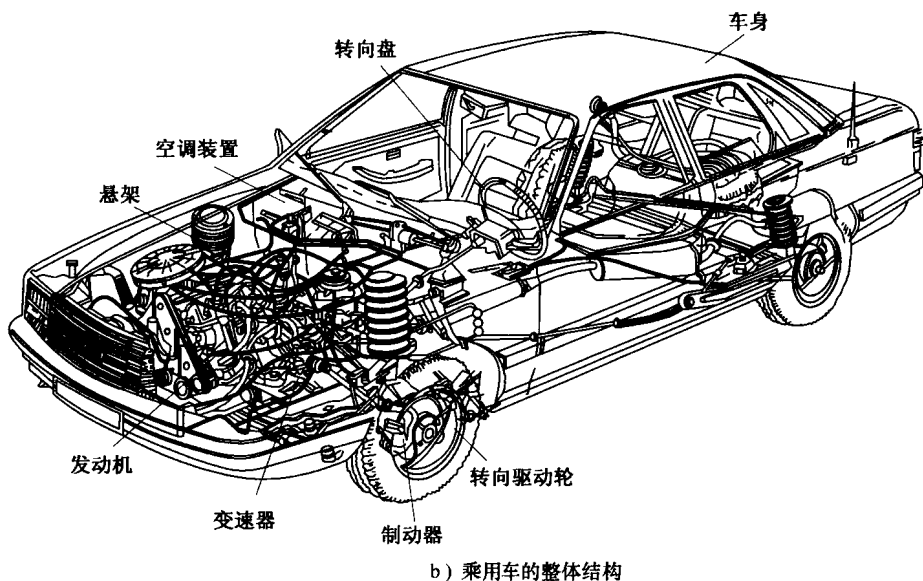
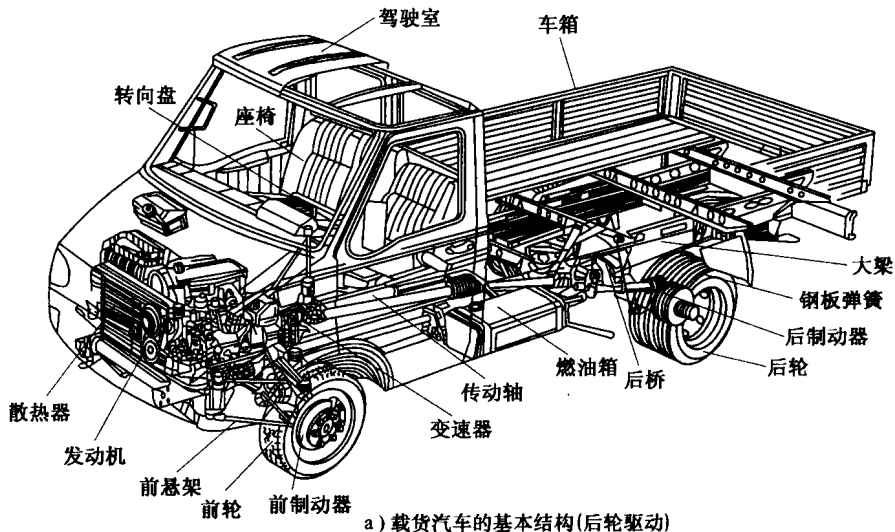
汽车的基本结构	1
典型乘用车发动机结构	2
汽油、柴油发动机整体结构	3
电喷汽油发动机的结构示意	4
汽车主要尺寸参数	5
国产内燃机型号表示方法	6
单缸汽油发动机的基本结构	7
发动机的基本术语	8
单缸四冲程汽油机工作原理	9
单缸四冲程柴油机工作原理	10
转子发动机工作原理	11
汽缸体与汽缸套	12
汽缸盖与汽缸衬垫	13
曲轴箱	14
汽油机燃烧室形式	15
柴油机燃烧室形式	16
曲柄连杆机构/曲轴飞轮组合	17
活塞的结构和顶部形状	18
活塞裙部形状	19
活塞环(一)	20
活塞环(二)	21
连杆结构	22
V型发动机的连杆	23
连杆大头定位	24
曲轴的结构	25
曲轴扭转减振器	26
曲轴轴向定位方式	27
直列六缸四冲程发动机工作循环表	28
直列四缸四冲程和V型八缸发动机工作循环表	29
配气机构(按气门)布置形式	30
顶置式配气机构(下置凸轮式)	31
顶置式配气机构(中置、上置凸轮式)	32
凸轮轴传动方式	33
气门组的结构	34
气门挺杆形式	35
凸轮轴的结构	36
气门间隙	37
配气相位	38
可变气门配气相位和气门升程电子控制系统	39

链条式可变气门正时原理	40
发动机水冷却系统	41
散热器结构	42
水泵结构	43
节温器结构	44
风扇与控制装置	45
汽油机润滑油路	46
柴油机润滑油路	47
浮式集滤器和粗滤清器	48
润滑油细滤清器	49
复合式润滑油滤清器	50
齿轮式润滑油泵	51
转子式润滑油泵	52
曲轴箱通风装置	53
润滑油冷却器	54
汽油机燃料供给系统	55
燃油喷射系统的分类	56
电子控制燃油喷射装置安装示意图	57
电喷发动机进气系统	58
电喷发动机燃油供给系统	59
电喷发动机电子控制系统	60
空气流量计 (一)	61
空气流量计 (二)	62
怠速空气阀和电控阀	63
电动汽油泵结构	64
喷油器结构	65
进气压力感应式汽油喷射系统 (D型)	66
L型汽油喷射系统	67
LH型汽油喷射系统	68
博世M型汽油喷射系统	69
AJR型发动机电喷系统 (一)	70
AJR型发动机电喷系统 (二)	71
AJR型发动机电喷系统 (三)	72
汽油箱	73
空气和汽油滤清器	74
进气系统	75
可变进气管控制系统	76
三元催化转换器	77
排气管、消声器	78
柴油发动机燃油供给系统组成	79
输油泵	80
喷油器 (孔式) 结构	81
喷油器 (轴式) 结构	82
国产 II 号喷油泵结构	83
柱塞式喷油泵结构 (一)	84

柱塞式喷油泵结构 (二)	85
两速 (RAD) 调速器 (一)	86
两速 (RAD) 调速器 (二)	87
II 号喷油泵全速调速器	88
喷油提前角自动调节装置	89
PT 燃油泵	90
单柱塞分配泵结构示意图	91
高压燃油共轨系统组成 (一)	92
高压燃油共轨系统组成 (二)	93
共轨电控高压油路组成 (一)	94
共轨电控高压油路组成 (二)	95
柴油机起动辅助装置	96
发动机增压中冷	97
传统点火系统的组成	98
点火线圈	99
分电器总成	100
离心式点火提前调节器	101
真空式点火提前调节装置	102
晶体管与无触点点火系统	103
无触点分电器结构	104
火花塞	105
参考文献	106

汽车的定义为：借助自身的动力装置驱动，具有4个或4个以上车轮的非轨道无架线的车辆。

无论是乘用车还是商用车其基本结构大致相似。汽车的基本结构主要由发动机、底盘、车身（或车厢）和电气设备四大部分组成。载货汽车的基本结构如图a)所示，乘用车的整体结构如图b)所示。



发动机是汽车整车的“心脏”，是车辆行驶的动力源。目前，汽车广泛采用往复式活塞式内燃机，它使进入汽缸的燃料燃烧而产生动力。

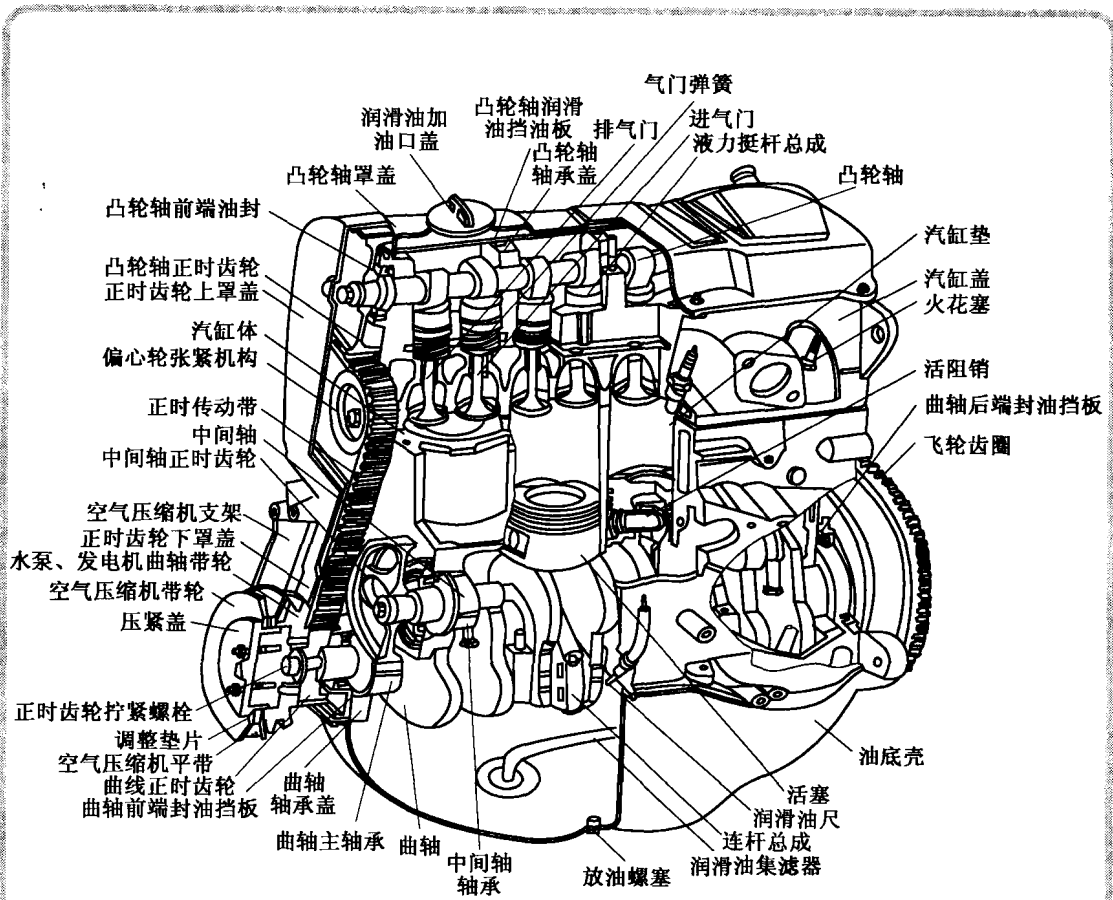
底盘是汽车的基础（骨架），是在动力装置驱动下，使汽车按驾驶员的操纵正常行驶的各部分的总称。它由传动系、行驶系、转向系和制动系组成。

车身是载体，用以安置驾驶员、乘客或货物。

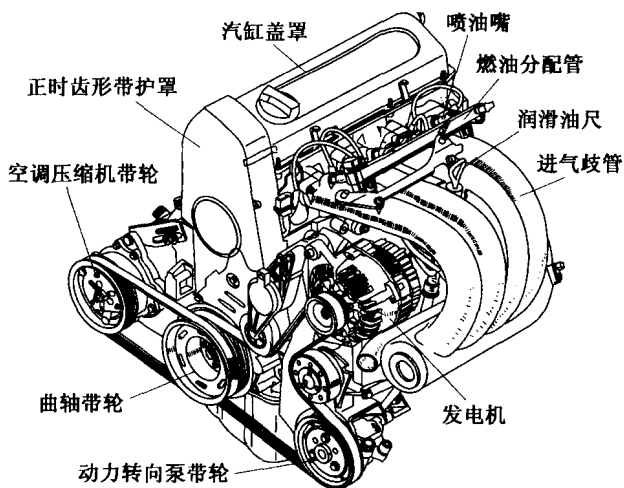
电气设备由电源（蓄电池、发电机）、发动机起动系、点火系、照明、信号用电设备、电子控制装置、音响以及连接各种设备的电线束等组成。



# 典型乘用车发动机结构



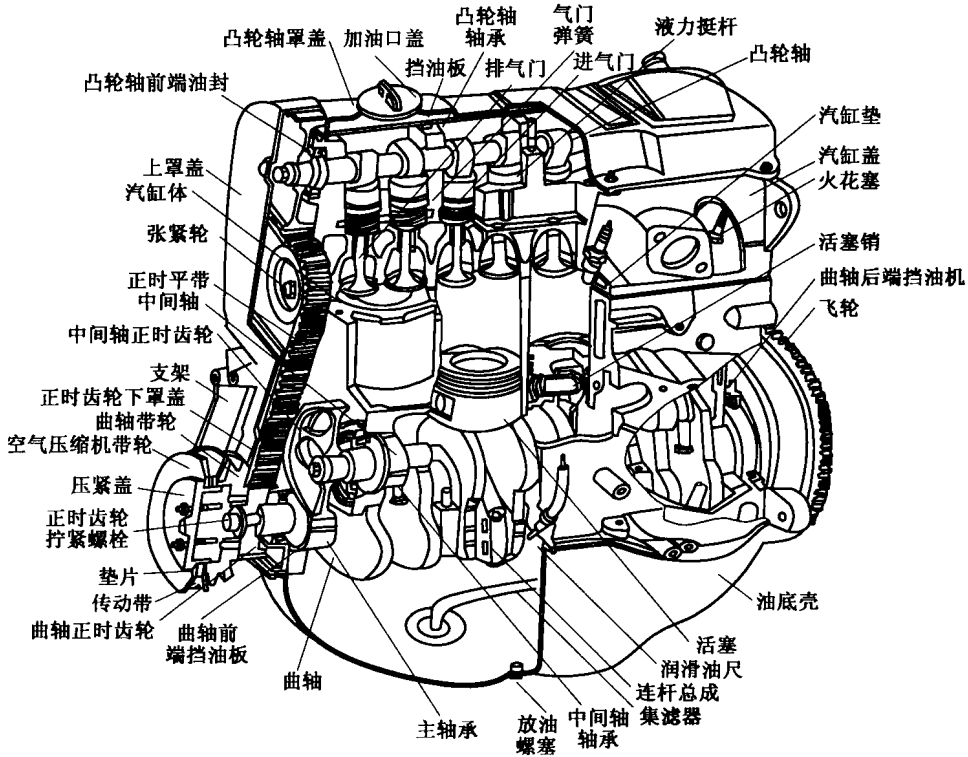
a) 一汽奥迪100型乘用车发动机



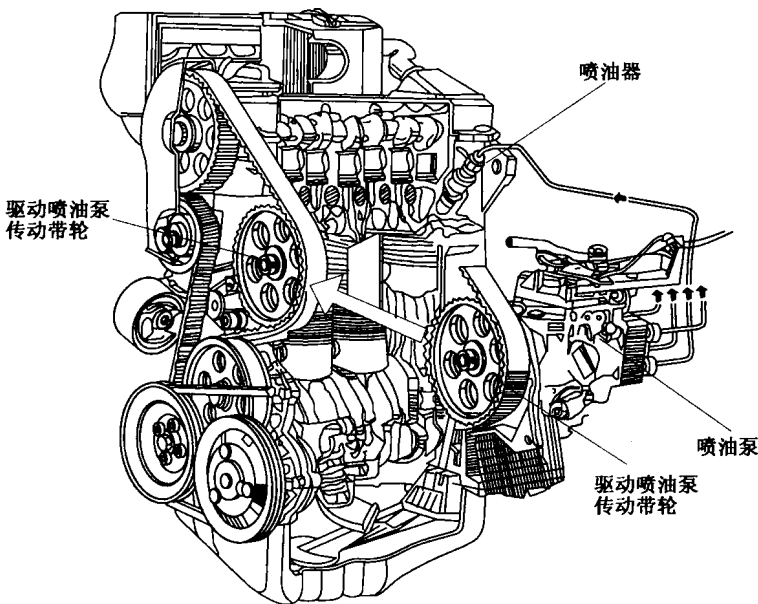
b) 乘用车发动机外观图

由于发动机的发展趋势是“三高两低”，即高压比，高转速，高功率，低能耗，低排放。因此，发动机结构日趋复杂，功能也愈加完善。高科技的发展使发动机技术含量和工作可靠性大大提高。一汽奥迪100型乘用车发动机及乘用车发动机外观图分别如图a)和图b)所示。

汽油机和柴油机的机械结构大同小异，工作原理都是4个行程。由于选用燃料不同，故燃烧条件不同（点火和自燃）。柴油机压缩比高达16~22，热效率高，热损失小，经济性好，一般散热器也较小，原传统缺点噪声和振动已有根本性改变，且使用寿命长。国外乘用车采用柴油机比例不断上升的原因之一是其燃油消耗率比汽油机低30%。为此，我国也积极推广乘用车柴油机化。发动机内部结构与外部结构分别如图a)和图b)所示。



a) 内部结构



b) 外部结构

## 电喷汽油发动机的结构示意图

机体组：由汽缸盖、机体、曲轴箱、油底壳等组成。

曲柄连杆机构：由活塞、连杆、活塞销、活塞环、连杆轴承、曲轴轴承、飞轮和曲轴等组成。

配气机构：由进气门、排气门、挺柱、推杆、摇臂、凸轮轴、齿形传动带组成。

进、排气系统：由空气滤清器、空气流量计、进气管、进气歧管、排气歧管、排气管、消声器及三元催化转换器等组成。

燃油供给系统：由燃油箱、汽油滤清器、汽油泵、燃油分配管、喷油器（电子控制系统）和油管等组成。

点火系统：分传统点火系统、无触点式电子点火系统和由微机控制的无分电器点火系统等几种。微机控制的无分电器点火系统的点火线圈高压电由电子控制系统直接分配到各缸火花塞，也称为直接点火系统。主要由各种传感器、电控单元、点火线圈、火花塞等组成。

冷却系统：由水泵、散热器、风扇、节温器、汽缸体放水阀、水套等组成。

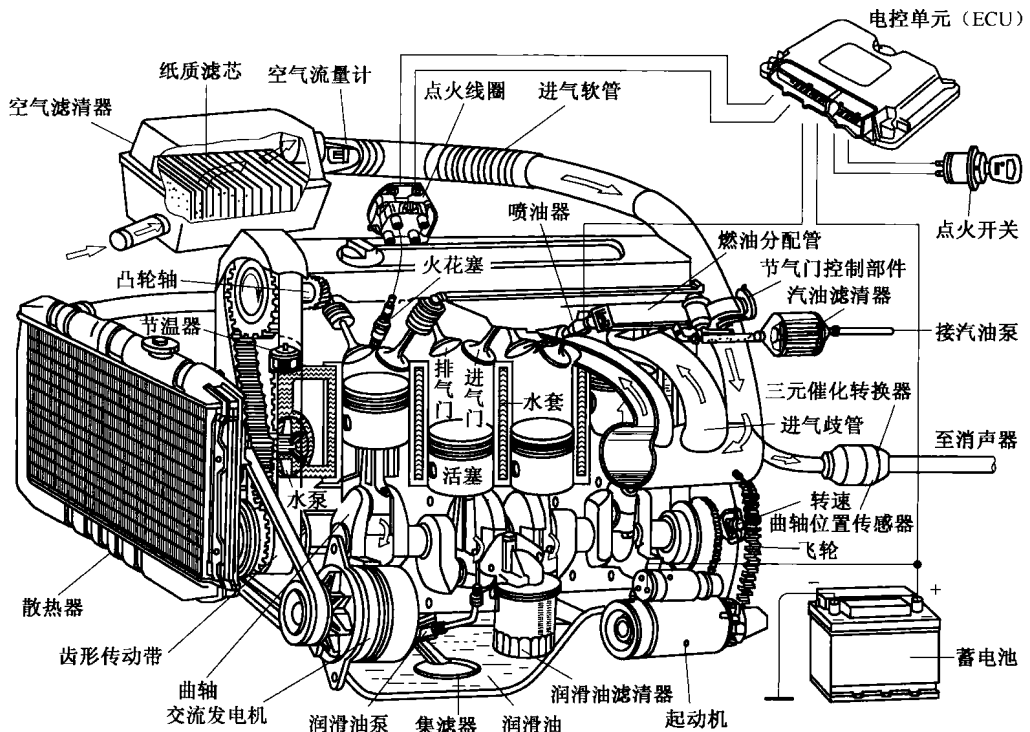
润滑系统：由润滑油泵、集滤器、限压阀、润滑油道、润滑油滤清器、润滑油冷却器和润滑油散热器等组成。

起动系统：由起动机以及与之配套的电路附属装置组成。

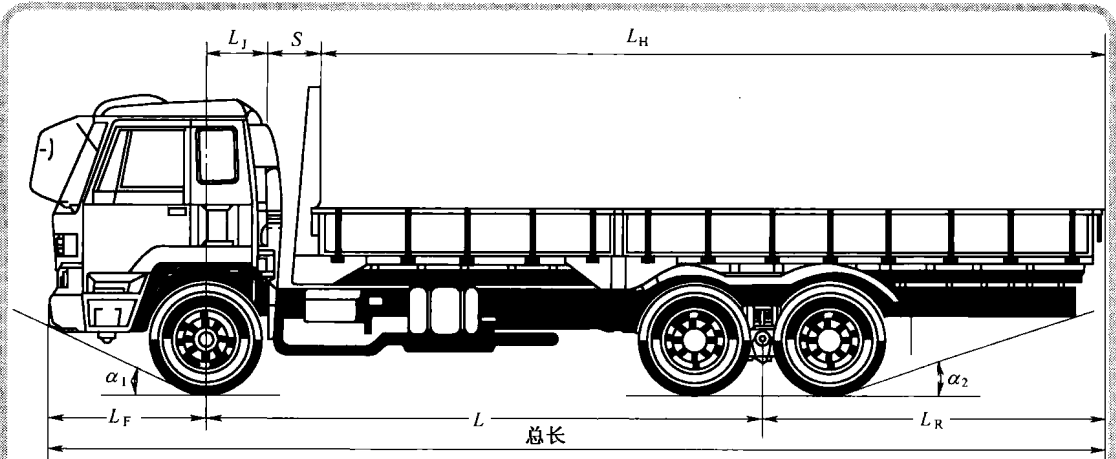
电源系统：由发电机、调节器、蓄电池及线路等组成。

若为增压发动机，则还应有增压系统。

四缸汽油电喷发动机结构如下图所示。



四缸汽油电喷发动机的结构示意图



a) 货车尺寸参数

汽车的主要尺寸参数包括轴距( $L$ )、轮距( $B$ )、总长、总宽、总高、前悬( $L_F$ )、后悬( $L_R$ )、接近角( $\alpha_1$ )、离去角( $\alpha_2$ )、最小离地间隙等,如图a)、图b)和图c)所示。

轴距是指车轴之间的距离(mm)。

轮距是指前(后)轮左右两轮中心的距离(mm)。

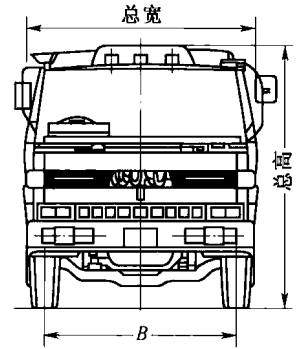
前悬指其前端至前轮中心之悬置部分的距离(mm)。

后悬是指汽车的后端至后轮中心之悬置部分的距离(mm)。

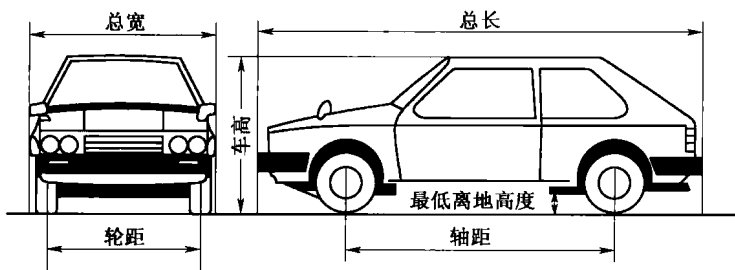
接近角是指通过汽车最前端最低处作前轮切线与地面所成的交角( $^\circ$ )。

离去角是指通过汽车最后端最低处所作的后轮切线与地面所成的交角( $^\circ$ )。

最小离地间隙是指汽车满载时,汽车最低点至地面的距离(mm)。



b) 货车总宽、总高及轮距示意

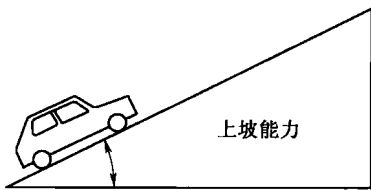


c) 客车尺寸参数

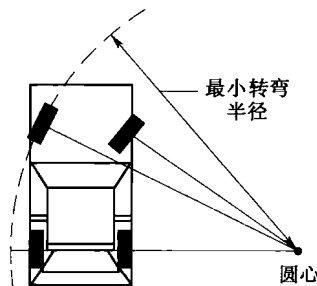
上坡能力是指汽车所能爬上斜坡的最大坡度(图d)。

最小转弯半径是指当转向盘转至极限位置时由转向中心至前外轮接地中心的距离(图e)。

最低离地高度是指未载乘客和货物时,由地面到车辆最低部的高度。

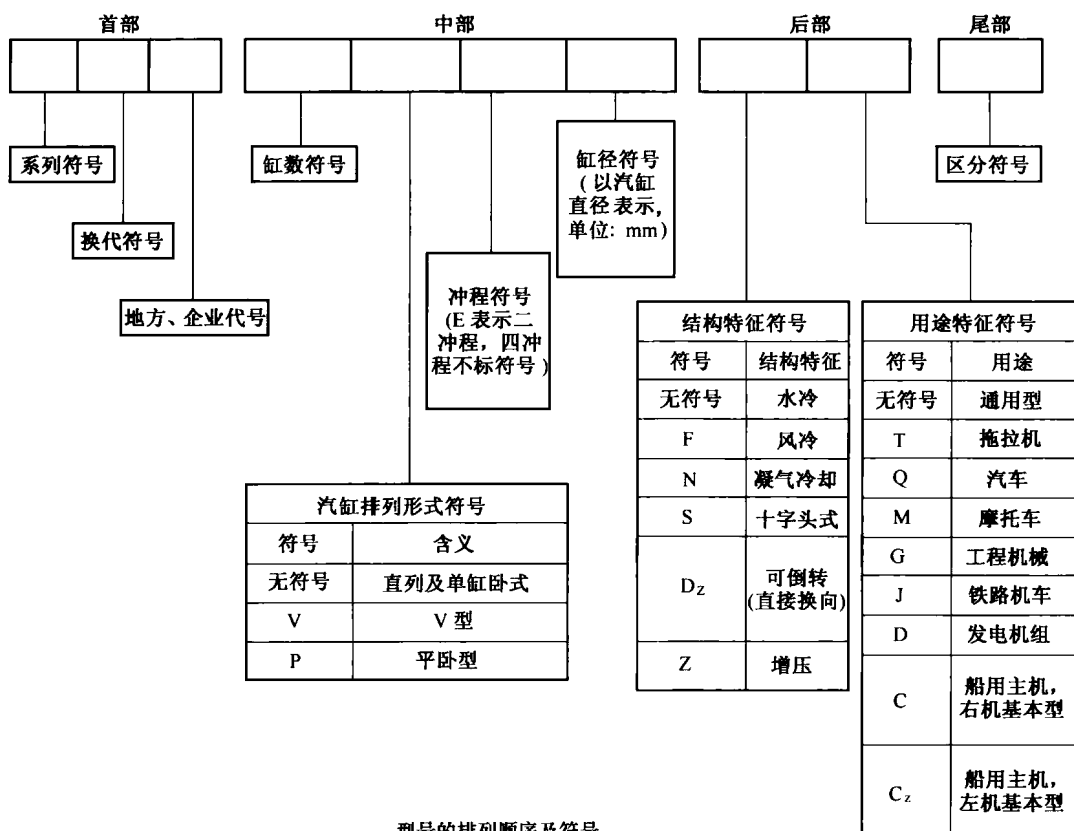


d) 上坡能力



e) 最小转弯半径

型号的排列顺序及符号所代表的意义如下图所示。



型号的排列顺序及符号

例:

(1) EQ6100—I型发动机

EQ——表示二汽东风汽车制造厂;  
6——表示6缸、四冲程;  
100——表示缸径为100mm、水冷;  
I——表示变型符号。

(2) X4105柴油机

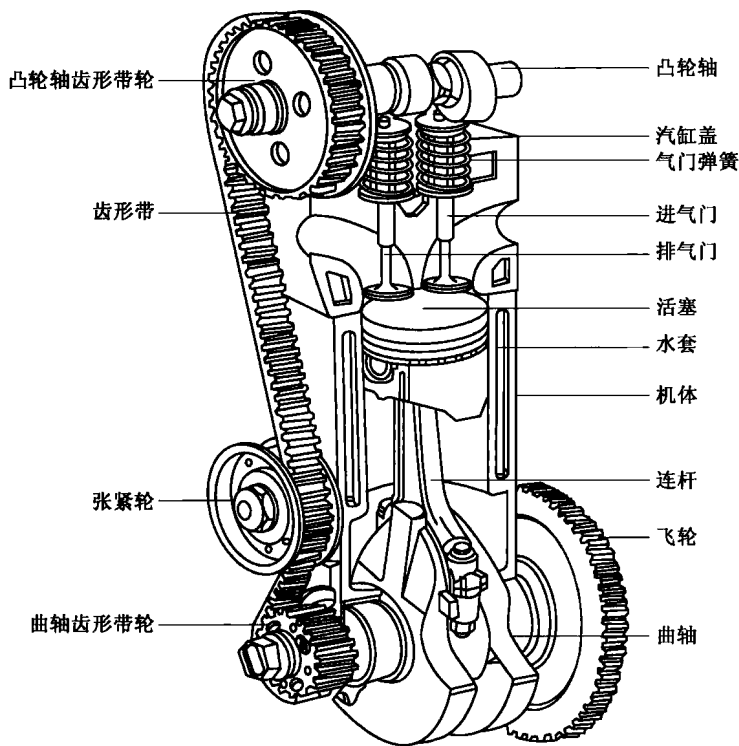
X——表示系列代号;  
4——表示4缸、四冲程;  
105——表示缸径为105mm、水冷;

(3) 8V100发动机

8——表示8缸、四冲程;  
V——表示汽缸呈V型排列;  
100——表示缸径为100mm、水冷。

(4) TJ376Q

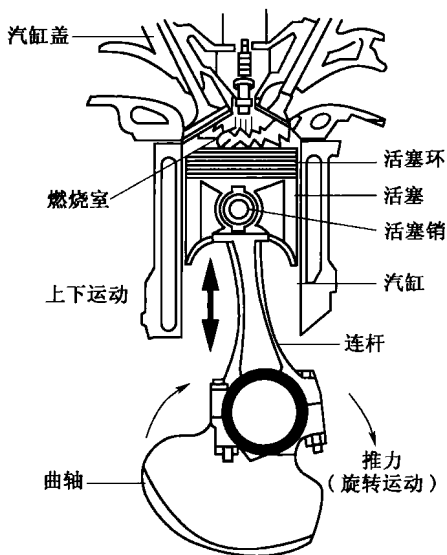
TJ——表示系列符号;  
3——表示3缸、四冲程;  
76——表示缸径为76mm、水冷;  
Q——表示汽车用发动机。



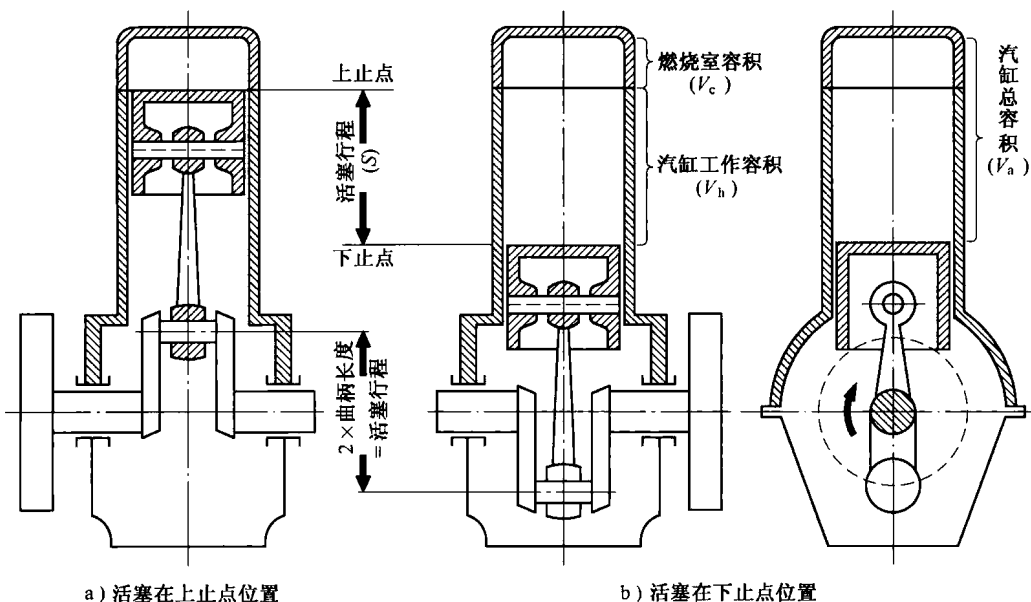
a) 单缸四冲程汽油发动机基本结构

汽油机一般由2个机构和5个系统组成。2个机构即曲柄连杆机构、配气机构。5个系统即燃料供给系、点火系、冷却系、润滑系和起动系。单缸四冲程汽油发动机基本结构如图a)所示。

曲柄连杆机构由活塞连杆组、曲轴飞轮组和机体三部分组成(图b)。该机构主要作用是将热能转化为机械能,通过连杆将活塞的直线往复运动变为曲轴的旋转运动且输出动力。缸体、缸盖内有水套,水套内充满冷却液,由水泵循环进行冷却,以保证发动机正常运转。润滑油泵的作用是将润滑油输送到各摩擦表面,减少机件的磨损。配气机构由凸轮轴、气门组与传动装置等部分组成。配气机构中,气门的作用是确保进气和排气正时进行。进入汽缸内的可燃混合气,由火花塞产生的电火花点燃,而产生热能。



b) 曲柄连杆机构的基本组成



一个工作循环包括进气、压缩、做功和排气4个工作过程。

四冲程发动机指曲轴转两圈（720°），活塞上下往复运动4次，完成一个工作循环。

二冲程发动机指曲轴转一圈（360°），活塞上下往复运动2次，完成一个工作循环。

活塞行程：活塞由一个止点到另一个止点移动的距离，称为活塞行程（S）。

燃烧室容积：活塞在上止点时，活塞上方与燃烧室所围成的空间称为燃烧室容积（V<sub>c</sub>）（图a）。

汽缸工作容积：活塞从上止点到下止点所扫过的汽缸容积，称为汽缸工作容积（V<sub>h</sub>）（图b）。

$$V_h = \frac{\pi D^2}{4 \times 10^3} \times S \quad (\text{L})$$

式中：D——汽缸直径（cm）；

S——活塞行程（cm）。

发动机排量：多缸发动机各汽缸工作容积的总和，称为发动机排量或发动机工作容积（V<sub>l</sub>）：

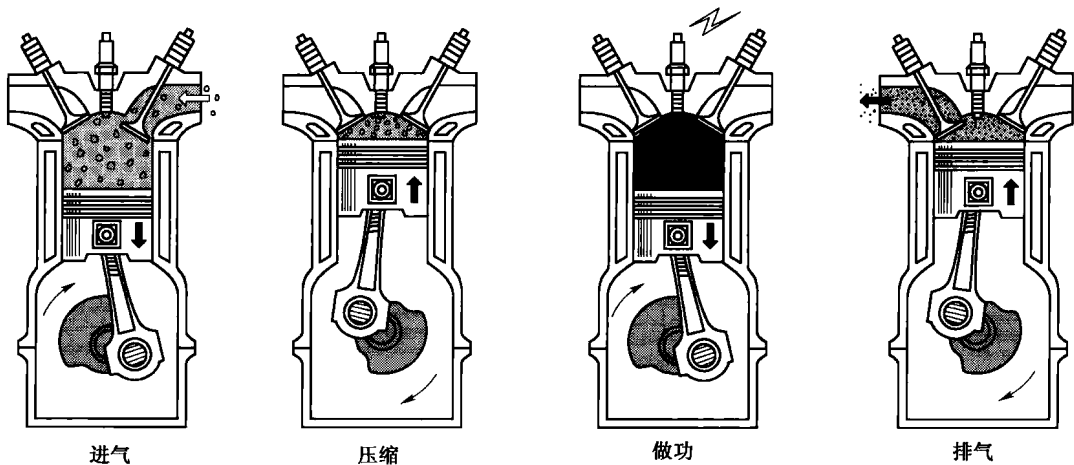
$$V_l = \frac{\pi D^2}{4 \times 10^3} \times S \times i \quad (\text{L})$$

式中：i——缸数。

汽缸总容积：活塞在下止点时，活塞上方全部空间称为汽缸总容积（V<sub>a</sub>），V<sub>a</sub> = V<sub>h</sub> + V<sub>c</sub>（L）。

压缩比：汽缸总容积与燃烧室容积的比值，称为压缩比（ε），ε =  $\frac{V_a}{V_c} = \frac{V_h}{V_c} + 1$ 。

通常汽油机的压缩比为6~10，柴油机压缩比较高，一般为16~22。



单缸四冲程汽油机工作原理示意图

单缸四冲程汽油机每个工作循环包括进气、压缩、做功、排气4个行程，如上图所示。

### 进气行程：

作用是将空气和汽油组成的可燃混合气吸入汽缸。在进气行程开始时，活塞于上止点，进气门开启，排气门关闭。曲轴转动带动活塞从上止点向下止点移动，活塞上方容积增大，压力降低，可燃混合气在压力差作用下进入汽缸，曲轴转动半周。

### 压缩行程：

作用是提高混合气的温度和压力，为迅速燃烧创造条件。压缩行程开始，进、排气门关闭。曲轴继续转动，活塞从下止点向上止点移动。活塞上方容积缩小，压缩混合气，使其压力和温度升高到易燃的程度。

### 做功（爆发）行程：

做功行程时，进、排气门仍然关闭。当压缩接近终了时，火花塞发出电火花，点燃可燃混合气，推动活塞做功。

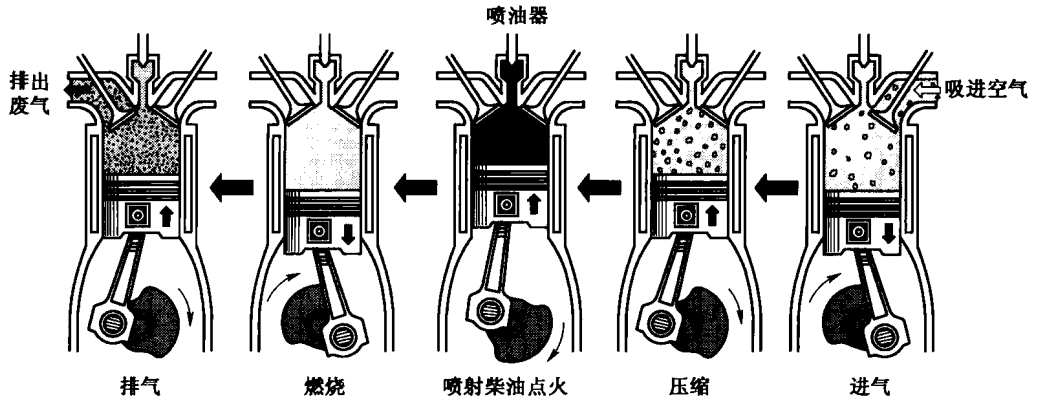
### 排气行程：

作用是排除汽缸内膨胀做功后的废气。排气行程开始，进气门仍关闭，排气门开启，曲轴继续转动，使活塞由下止点向上止点移动，把燃烧后的废气排出汽缸。

由此可见，当活塞返回到上止点时，又重新回到进气行程的起始位置。到这点为止，曲轴已转两周，而发动机完成了4个行程的一个工作循环：进气、压缩、做功、排气。这种周而复始持续不断的工作使发动机持续运转。

4个行程仅一个行程是做功行程，其余3个是辅助行程。





单缸四冲程柴油机工作循环示意图

四冲程柴油机和汽油机一样，每个工作循环都经历进气、压缩、做功、排气4个行程，如上图所示。但柴油机的燃料是柴油，其黏度比汽油大，不易蒸发，自燃温度低，所以点火方式是压燃式。柴油机的进气行程和大部分压缩行程中都是纯空气，其压缩比比汽油机高得多（一般为16~22），压缩终了时，汽缸的压力和温度大大超过了柴油自燃温度。在接近压缩终点时，柴油以高压、细雾状态被喷入汽缸，在很短的时间内与空气混合立即自行燃烧，汽缸压力急剧上升。在高压气体推动下，活塞向下运动并带动曲轴旋转而做功。废气同样经排气门排入大气。

柴油机与汽油机相比较其不同点是：燃料采用柴油，无化油器、分电器和火花塞（即无点火系）。而喷油泵与喷油器是柴油机燃料供给系中的重要部件。

由于柴油机的压缩比高、热效率高、燃油消耗低，经济性好，而且已克服噪声和振动两大缺点，大功率客车和载货汽车已普遍采用柴油机，采用柴油机的乘用车也与日俱增。