

汽车构造三维图解系列

# 汽车构造与原理 三维图解

彩色版

## 发动机

赫扎特 刘伍权 朱岩 主编

# THREE- DIMEN- SIONAL GRAPHIC



扫描即看  
三维视角



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

汽车构造三维图解系列

# 汽车构造与原理

## 三维图解



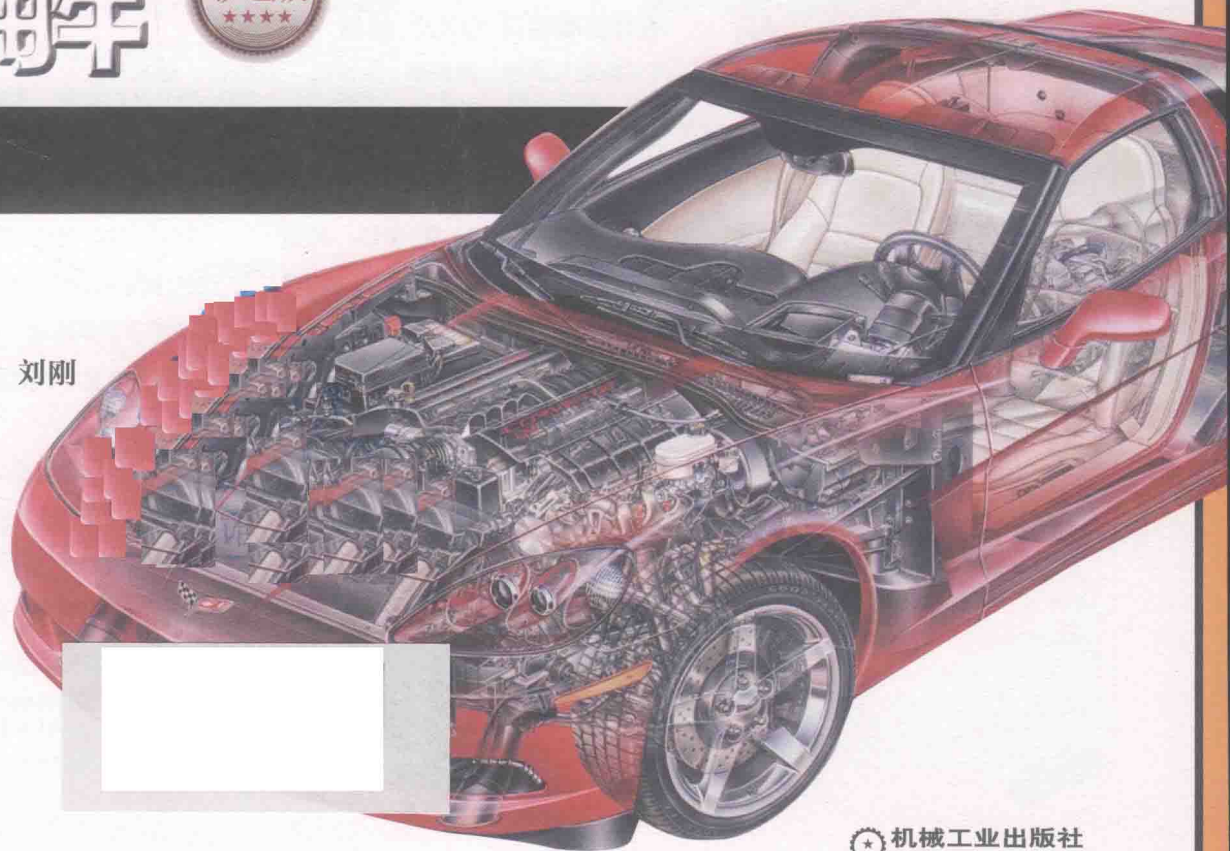
### 发动机

主 编 赫扎特 刘伍权 朱岩

副主编 周建军 林崧

参 编 胡顺堂 刘宏威 周广猛 姜大海 刘刚

THREE-  
DIMEN-  
SIONAL  
GRAPHIC



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

《汽车构造与原理三维图解：发动机（彩色版）》采用先进的计算机三维虚拟与渲染技术，运用剖切、分解、透视等表现方式，直观清晰地展现发动机结构与工作原理，并增加了知识链接等延伸阅读内容，涵盖现代汽车发动机绝大部分结构总成以及先进技术，如直喷汽油机、电控柴油机和增压技术等。

本书针对重要总成及零部件，还配有全交互的三维仿真演示，读者可利用手机扫描二维码观看。

本书可用作本科及高职高专汽车运用与维修、汽车营销与服务等专业及汽车保险、汽车制造方向的教材以及发动机使用、管理、维修和保障人员的培训教材，也可供汽车相关从业人员和爱好者阅读。

### 图书在版编目（CIP）数据

汽车构造与原理三维图解. 发动机：彩色版 / 赫扎特，  
刘伍权，朱岩主编. —北京：机械工业出版社，2018. 7  
(汽车构造三维图解系列)

ISBN 978-7-111-60343-6

I. ①汽… II. ①赫… ②刘… ③朱… III. ①汽车-  
构造-图解 ②汽车-发动机-图解 IV. ①U463-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 143124 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：齐福江 责任编辑：齐福江 谢元

责任校对：潘蕊 责任印制：李昂

北京瑞禾彩色印刷有限公司印刷

2018 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

260mm × 184mm · 9.75 印张 · 259 千字

000 1 - 3 000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-60343-6

定价：59.00 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

服务咨询热线：010-88361066

读者购书热线：010-68326294

010-88379203

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网：[www.cmpbook.com](http://www.cmpbook.com)

机工官博：[weibo.com/cmp1952](http://weibo.com/cmp1952)

金书网：[www.golden-book.com](http://www.golden-book.com)

教育服务网：[www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com)



乘用车



敞篷车



超级跑车



四驱越野车



皮卡车



纯电动车



豪华乘用车



长头货车



平头货车



厢式商用车

前 言



目录

第一章

01

汽车及发动机概述 / 001

- 汽车的基本组成 / 002
- 汽车的主要外观参数 / 004
- 汽车的主要性能参数 / 005
- 单缸汽油发动机基本构造 / 006
- 多缸汽油发动机基本构造 / 007
- 往复活塞式发动机常用术语 / 008
- 四冲程汽油机工作原理 / 009
- 四冲程柴油机工作原理 / 010
- 二冲程汽油机工作原理 / 011
- 典型汽油机外部构造 / 012
- 汽油发动机内部构造 / 013
- 水平对置式汽油发动机外部构造 / 014
- 典型柴油机外部构造 / 015
- 柴油发动机内部构造 / 016
- 三角转子式发动机组成 / 017

第二章

02

曲柄连杆机构 / 018

- 曲柄连杆机构的组成 / 019
- 机体组 / 020
- 气缸体的结构形式 / 021
- 气缸体的布置形式 / 022
- 气缸体的结构 / 023
- 气缸套 / 024
- 气缸盖结构类型 / 025
- 汽油机气缸盖基本构造 / 026
- 柴油机气缸盖基本构造 / 027
- 油底壳 / 028
- 活塞连杆组与曲轴飞轮组 / 029
- 活塞连杆组 / 030
- 活塞 / 031
- 活塞换向敲击 / 033
- 活塞销 / 034

### 第三章

## 03

- 活塞环（气环） / 035
- 活塞环（油环） / 036
- 连杆 / 037
- 曲轴飞轮组 / 038
- 曲轴 / 039
- 曲轴限位 / 040
- 扭转减振器及飞轮 / 041
- 发动机传动带及驱动 / 042
- 平衡轴 / 043

## 配气机构 / 044

- 齿轮传动配气机构 / 045
- 配气相位与正时标记 / 046
- 气门的开闭过程 / 047
- 齿形带传动配气机构 / 048
- 链条传动配气机构 / 049
- 顶置凸轮轴配气机构 / 050
- 配气机构多气门结构 / 051
- 气门组 / 052
- 气门结构 / 053
- 气门座圈 / 054
- 气门间隙 / 055
- 凸轮轴 / 056

### 第四章

## 04

- 液力挺柱的结构 / 057
- 液力挺柱工作原理 / 058
- 摇臂组件 / 059
- 链条式可变配气机构 / 060
- 智能可变正时机构组成 / 061
- 智能可变正时机构工作原理 / 062

## 汽油机供给系统 / 063

- 节气门体电控汽油喷射系统 / 064
- D 型电控汽油喷射系统 / 065
- LH 型电控汽油喷射系统 / 066
- 电控汽油喷射系统布置 / 067
- 电控单元（ECU）控制原理 / 068
- 电动燃油泵 / 069
- 汽油滤清器 / 070
- 燃油油轨 / 071
- 燃油脉动缓冲器 / 072
- 外置式燃油压力调节器 / 073
- 内置式燃油压力调节器 / 074
- 轴针式电磁喷油器 / 075
- 片阀式电磁喷油器 / 076
- 汽油箱 / 077
- 汽油机空气供给系统 / 078



进气管装配体 / 079  
可变进气管 / 080  
热线式空气流量计 / 081  
热膜式空气流量计 / 082  
机械控制节气门体 / 083  
电子节气门 / 084  
步进电动机式怠速控制阀 / 085  
转阀式怠速控制阀 / 086  
节气门位置传感器 / 087  
加速踏板位置传感器 / 088  
霍尔位置传感器 / 089  
进气压力传感器 / 090  
进气温度传感器 / 091  
冷却液温度传感器 / 092  
磁感应曲轴位置传感器 / 093  
爆燃传感器 / 094  
氧化锆式氧传感器 / 095  
二氧化钛式氧传感器 / 096  
点火线圈 / 097  
火花塞 / 098  
缸内直喷电控汽油喷射系统 / 099  
直喷汽油机燃油系统主要部件 / 100  
直喷汽油机混合气形成方式 / 101

## 第五章

# 05

## 柴油机电控技术 / 102

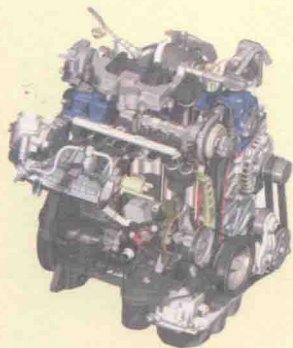
柴油机统一式燃烧室 / 103  
柴油机单体泵 / 104  
柴油机电控泵喷嘴技术 / 105  
采用电控共轨系统的柴油机 / 106  
柴油机电控共轨系统油路 / 107  
采用不同高压泵的共轨系统 / 108  
共轨系统高压泵油路控制 / 109  
转子式高压泵 / 110  
单柱塞高压油泵 / 111  
高压油轨 / 112  
电磁式共轨系统喷油器 / 113  
共轨系统压电式喷油器 / 114  
柴油滤清器 / 115  
油水分离器 / 116

## 第六章

# 06

## 冷却系统 / 117

冷却系统组成 / 118  
节温器结构与工作原理 / 119  
冷却液循环路线 / 120  
采用电控风扇的散热器 / 121



散热器 / 122

硅油离合式风扇及冷却水泵 / 123

离心式水泵 / 124

## 第七章

# 07

### 润滑系统 / 125

润滑系统的基本组成 / 126

乘用车润滑油路 / 127

机油滤清器与冷却器 / 128

可更换滤芯式机油滤清器 / 129

离心式机油细滤器 / 130

齿轮式机油泵 / 131

转子式机油泵 / 132

## 第八章

# 08

### 空气供给与进、排气装置 / 133

空气供给与进、排气装置组成 / 134

增压的主要类型 / 135

机械增压器 / 136

废气涡轮增压器 / 137

增压器润滑与冷却 / 138

可变截面涡轮增压器 / 139

空气滤清器 / 140

排气管及消声器 / 141

## 第九章

# 09

### 发动机排放控制 / 142

汽油机尾气处理装置 / 143

柴油机尾气后处理装置 / 144

外部废气再循环控制 / 145

曲轴箱通风 / 146

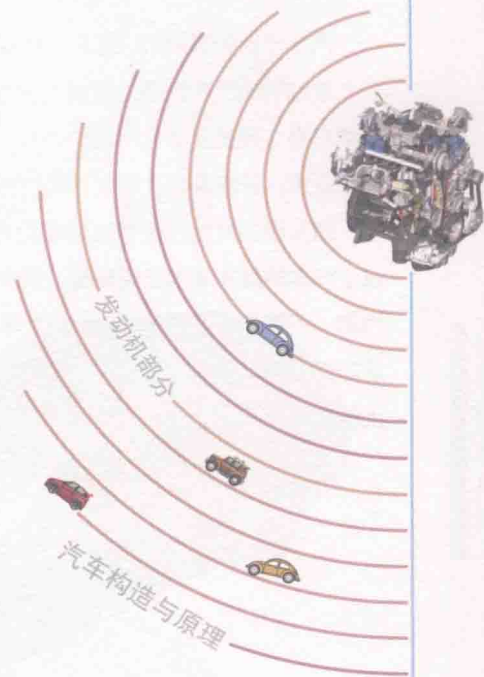
燃油蒸发控制系统 / 147



# 第一章



# 汽车及发动机概述



## 汽车的基本组成

汽车一般由发动机、底盘、车身和电器系统四个基本部分组成。

发动机是汽车的动力装置，通过底盘的传动系统驱动汽车行驶。底盘用来支承车身，接受发动机产生的动力，并保证汽车能够正常行驶。底盘又可分为传动系统、行驶系统、转向系统和制动系统。

汽车诞生时就已经有这四部分的雏形了。经过 100 多年的不断发展与改进，汽车的基本结构已经定型。如今，不管是燃油汽车、混合动力汽车、电动汽车，不管是小型乘用车、大型货车，不管是民用汽车、军用汽车，都保持着这四部分基本结构。而汽车之间的区别也在于这四部分的具体组成和详细结构上的差异。



发动机及其附件



传动系统

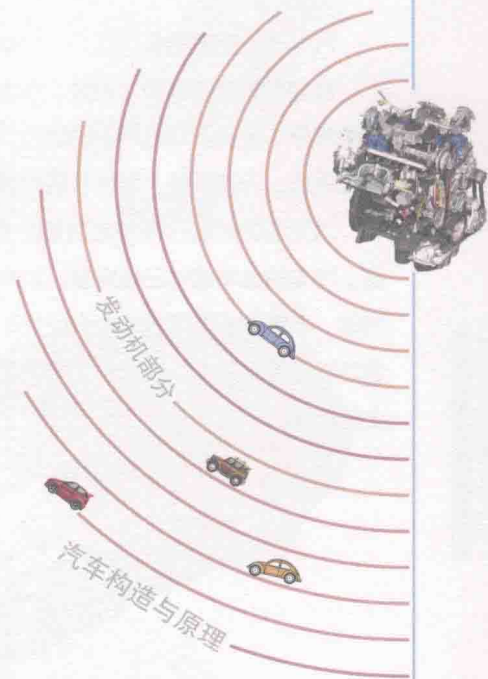


行驶系统

# 第一章



# 汽车及发动机概述



## 汽车的主要外观参数

现代汽车采用统一的车身规格标注。但是由于车身外部附属差别较大，因此，如有特殊要求应加以注明（如车身宽度是否含后视镜，车身高度是否含行李架等）。

车长：汽车长度方向两个极端点间的距离。

车宽：车身左、右最凸出位置之间的距离，但不包含后视镜。

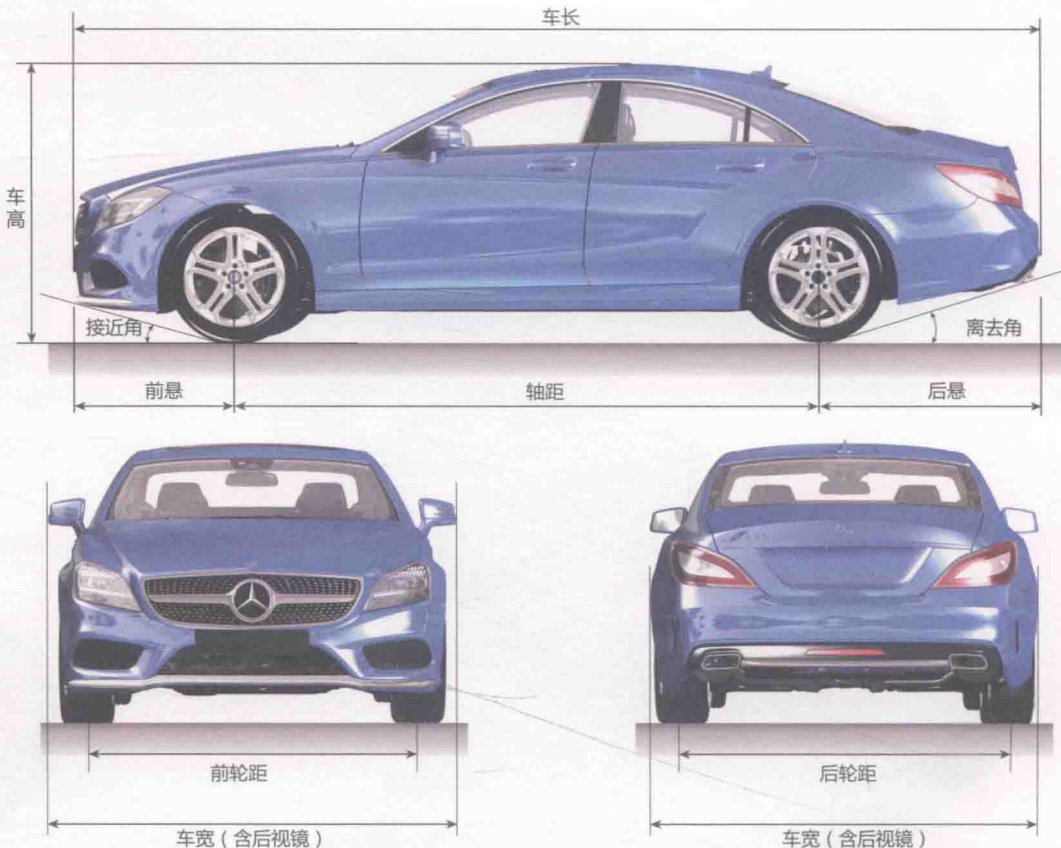
车高：从地面算起，到汽车最高点的距离，但不包括车顶天线的高度。

轴距：同侧相邻前后两个车轮的中心点间的距离。

轮距：左、右车轮中心间的距离。

接近角：汽车静态满载时，其前端突出点向前轮所引切线与地面的夹角。

离去角：汽车静态满载时，其车身后端突出点向后车轮引切线与路面之间的夹角。



### 知识链接

汽车的外观参数就像描述一个人的外貌一样。

但这些貌似枯燥的参数中包含着很多含义在里面，比如轴距意味着汽车的级别，车高体现它的用途，车宽体现它的内部横向空间，接近角与离去角体现它的通过性能等。

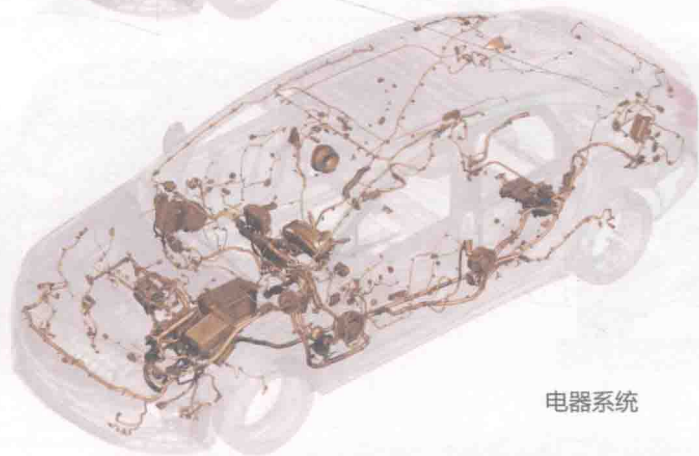
理论上有些参数越大越好，有些参数越小越好。但是，厂家设计汽车时必须综合考虑。



转向系统



制动系统



电器系统



车身

车身用来乘坐驾驶人员、旅客或装载货物，其内、外饰和附件的设计对现代汽车极为重要。现代汽车电器系统较为复杂，它通常包括电源、发动机起动系统、汽车照明、信号系统、电子控制系统和辅助电器等。辅助电器主要在舒适、娱乐、安全防护方面发展。在采用汽油机的汽车中，其电器设备还包括发动机点火系统。

现代汽车遵从人们对舒适性、易用性、娱乐性的需求，越来越多的相关系统或装置在汽车上的应用让汽车的电器系统愈加复杂，控制也愈加精密。

多年来汽车的用途一直未有大的变化，或许有一天汽车飞上了天空，进入了海洋，它的整体组成就不再是这四大部分了。

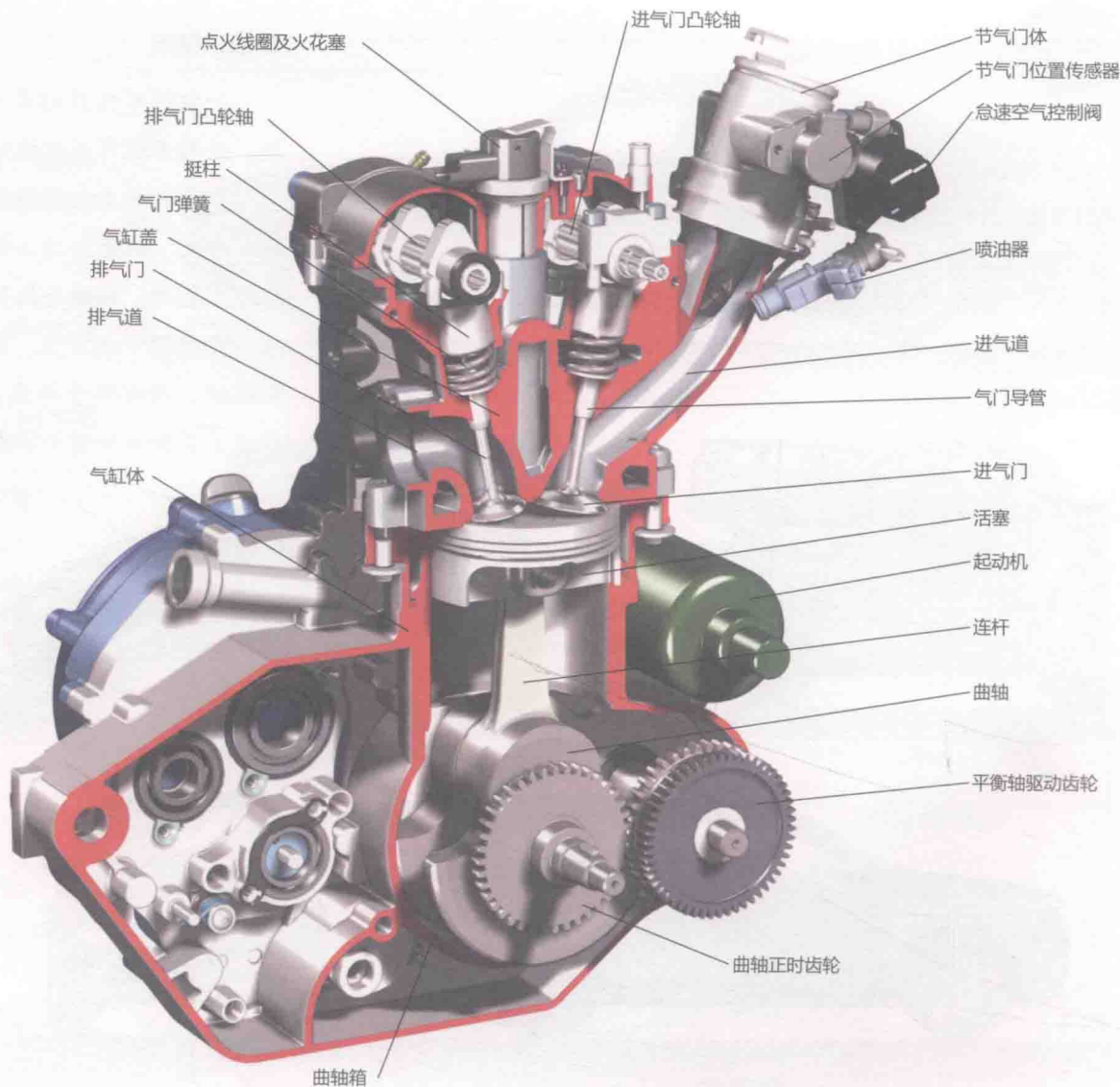
## 单缸汽油发动机基本构造

发动机是汽车的动力装置，它是将某一种形式的能量转化为机械能的机器，其主要特点是液体或气体燃料与空气混合后在机器内部燃烧产生热能，然后再转化为机械能。

### 知识链接

单缸发动机很小巧，只有一个气缸，但是它拥有和多缸发动机一样的“五脏六腑”。

由于只有单缸做功，运动部件惯性力作用会导致工作不平稳，振动较大，适合对动力性、舒适性要求不高但对紧凑型要求很高的场合。



## 汽车的主要性能参数

汽车的高通过性除了与其采用的四轮驱动有关，还和它的车身外形尺寸等有直接关系，如离地间隙、接近角和离去角等。

汽车的通过性通常由多种性能参数表现，如它能够以足够高的平均车速通过各种坏路和无路地带（如松软地面、坎坷不平地段）和各种障碍（陡坡、侧坡、壕沟、台阶、灌木丛、水障）的能力。



### 知识链接

一般轿车性能的衡量标准是加速、极速等跟速度有关的参数，而衡量越野车性能则更多是看它的通过性如何。

车身的长度与轴距的长度越接近，这辆车的接近角和离去角也就越大，但是牺牲了驾乘的舒适性、后排的储物空间和车辆的抗倾覆能力。轴距与轮间距越接近，也就是从四个车轮的着地点来看越趋近于正方形，且正方形的面积越小，车辆的越野性能也就越好，但是车子要么太宽要么太短。因此，没有完美的汽车，突出了某些性能势必牺牲其他的一些性能。

## 往复式活塞式发动机常用术语

上止点(TDC): 活塞顶部离曲轴中心最远处, 在直列式发动机中即活塞最高位置。

下止点(BDC): 活塞顶部离曲轴中心最近处, 在直列式发动机中即活塞最低位置。

活塞行程  $S$ : 上、下止点之间的距离。

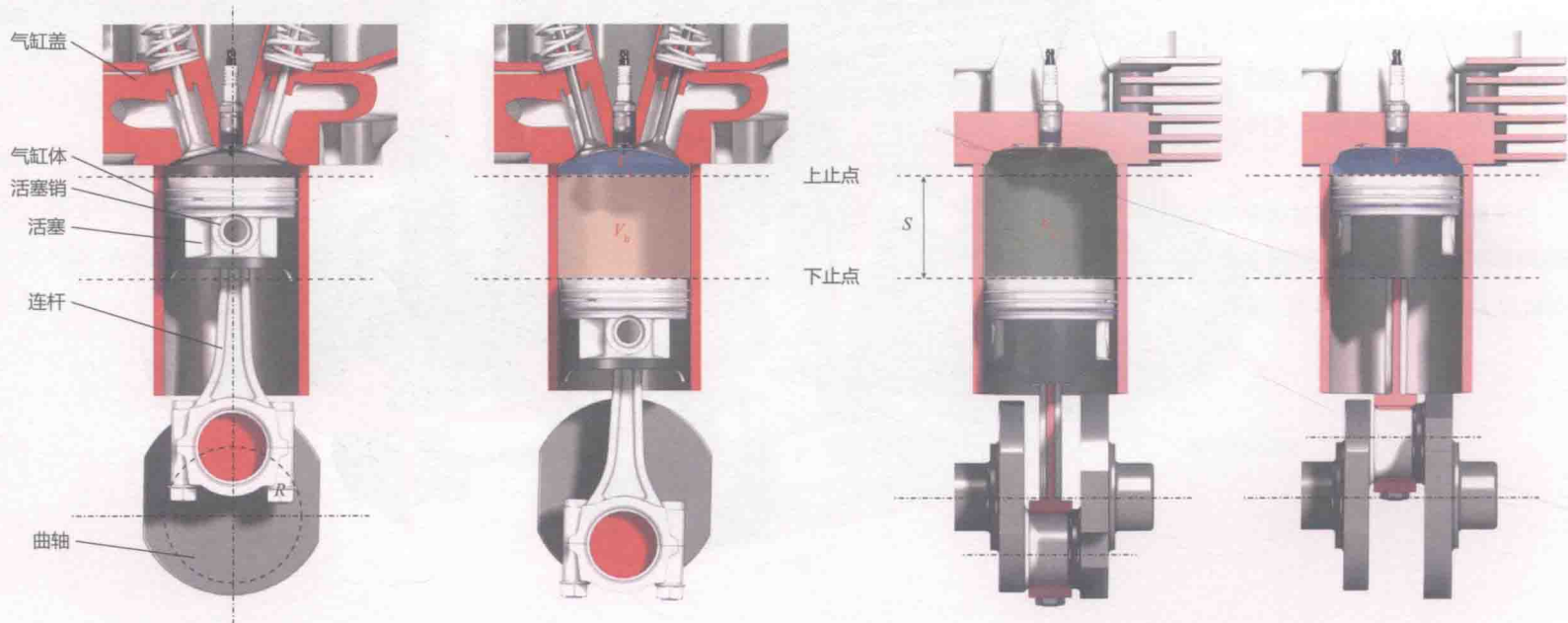
曲柄半径  $R$ : 曲轴与连杆下端的连接中心至曲轴中心的距离。活塞每完成一个行程对应曲轴转角  $180^\circ$ 。活塞行程  $S$  等于曲柄半径  $R$  的 2 倍, 即  $S=2R$ 。

气缸工作容积  $V_h$ : 活塞从上止点运行到下止点所扫过的容积。

发动机排量  $V_{st}$ : 多缸发动机各气缸工作容积的总和, 单位为升(L)。

燃烧室容积  $V_c$ : 当活塞在上止点时, 活塞顶上方的密闭空间叫燃烧室, 它的容积称为燃烧室容积。

气缸总容积  $V_a$ : 当活塞在下止点时, 活塞顶上方的容积, 称为气缸总容



积, 它等于气缸工作容积与燃烧室容积之和, 即  $V_a = V_h + V_c$ 。

压缩比  $\varepsilon$ : 气缸总容积与燃烧室容积的比值, 它表示气缸内的气体被压缩的程度, 即  $\varepsilon = V_a / V_c = 1 + V_h / V_c$ 。

现代汽油机压缩比为 9~11。柴油机采用压燃, 它的压缩比较大, 可达到 16~22。

### 知识链接

1. 发动机排量和压缩比是汽车中最重要的两个专业术语。
2. 通常发动机排量的大小是评价一辆汽车动力大小的主要因素, 就像肺活量大的人运动能力更强一样, 大排量的发动机是保障汽车动力性的重要条件。
3. 在合适的范围内提升压缩比, 会提高发动机的输出功率, 但是其运动部件自身消耗的能量也会随之增加。此外, 高压缩比让汽油车不得不使用标号更高的汽油。

## 多缸汽油发动机基本构造

汽油发动机气缸内装有活塞。活塞通过活塞销与连杆相连，连杆与曲轴相连。由火花塞点燃的混合气推动活塞在气缸内做直线往复运动，再通过连杆推动曲轴旋转实现动力输出，最终推动汽车。

活塞做直线往复运动，而曲轴做旋转运动。

汽油机的这种运动规律，叫作直线往复运动。现代燃油汽车使用的发动机绝大部分都是四冲程活塞往复运动式发动机。摩托车一般采用二冲程汽油发动机。

由于单缸发动机工作时很不平稳，所以汽车用的发动机往往采用多个气缸（3缸以上），常见的是4缸、6缸。

