

第3章 汽车构造



汽车是一个数以万计零件组成的移动机器，已有上百年的发展历史，那么其结构到底如何？各部分有何作用？各总成的工作原理如何？这是很多想了解汽车的人关心的问题。

本章主要介绍汽车主要总成及其零部件的作用、组成及工作原理。汽车由发动机、底盘、车身和电气设备四大组成部分，本章对组成汽车的各个部分分别介绍其功用、组成、结构及工作原理等。



- 汽车的组成
- 发动机的工作原理
- 发动机两大机构五大系统的组成与工作原理
- 离合器、变速器等组成与工作原理
- 车架分类与结构
- 转向系统的组成与工作原理
- 制动系统的组成与工作原理
- 前照灯的组成
- 承载式车身各部名称

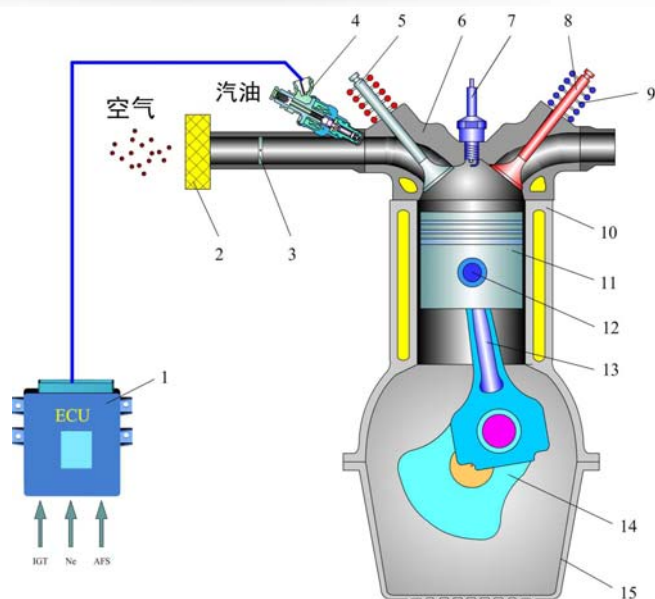
3.1 发动机构造

发动机是将热能转化成机械能的机器，它是汽车行驶的动力源。按所用燃料不同，分为汽油机和柴油机。汽油机由两大机构五大系统组成，分别为曲柄连杆机构、配气机构、起动系统、点火系统、燃料供给系统、冷却系统和润滑系统；而柴油机由于其着火方式为压燃，因此柴油机不需要点火系统，所以柴油机由两大机构和四大系统组成。起动系统、点火系统在 3.3 节汽车电气部分介绍。

3.1.1 发动机的工作原理

1. 常用术语

图 3-1 所示为一单缸四冲程汽油发动机，在缸盖上安装有进气门和排气门，火花塞通过螺纹拧到缸盖上，活塞在汽缸里作往复运动，活塞通过活塞销和连杆与曲轴连接，电脑 ECU 接收各传感器传来的信号，控制喷油器喷油。



1—ECU；2—空气滤清器；3—节气门；4—喷油器；5—进气门；6—汽缸盖；7—火花塞；8—排气门；
9—气门弹簧；10—汽缸体；11—活塞；12—连杆；13—曲轴；14—油底壳；15—油底壳

图 3-1 单缸四冲程汽油发动机

描述发动机工作的常用术语如下（见图 3-2）。

- （1）上止点：活塞向上运动到最高位置，即活塞离曲轴回转中心最远处。
- （2）下止点：活塞向下运动到最低位置，即活塞离曲轴回转中心最近处。
- （3）活塞行程：上、下两止点间的距离称为活塞行程。
- （4）燃烧室容积：活塞运行到上止点时，活塞上方的容积称为燃烧室容积。
- （5）汽缸工作容积：上止点到下止点所让出的空间容积，即上、下两止点间的容积称为汽缸工作容积。
- （6）发动机排量：发动机所有汽缸工作容积之和称为发动机的排量。对于单缸发动机来说，汽缸工作容积在数值上即为发动机的排量。
- （7）汽缸总容积：活塞运行到下止点时，活塞上方的容积称为汽缸总容积。即汽缸工作容积与燃烧室容积之和。
- （8）压缩比：汽缸总容积与燃烧室容积的比值称为压缩比。它表示活塞由下止点运动到上止点时，汽缸内气体被压缩的程度。压缩比越大，压缩终了时汽缸内的气体压力和温度就越高，因而发动机发出的功率就越大，经济性越好。一般车用汽油机的压缩比为 8~10，柴油机的压缩比为 15~22。
- （9）曲柄半径：曲轴连杆轴颈与曲轴主轴颈之间的距离称曲柄半径 R ，显然， $S=2R$ ，曲轴每转一周，活塞移动两个行程。
- （10）发动机的工作循环：在汽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称为发动机的工作循环。
- （11）二冲程发动机：两个行程完成一个工作循环的发动机称为二冲程发动机，二冲程发动机重量轻，制造成本低，但是其经济性和净化性能较差，通常摩托车和农用机械使用较广泛。

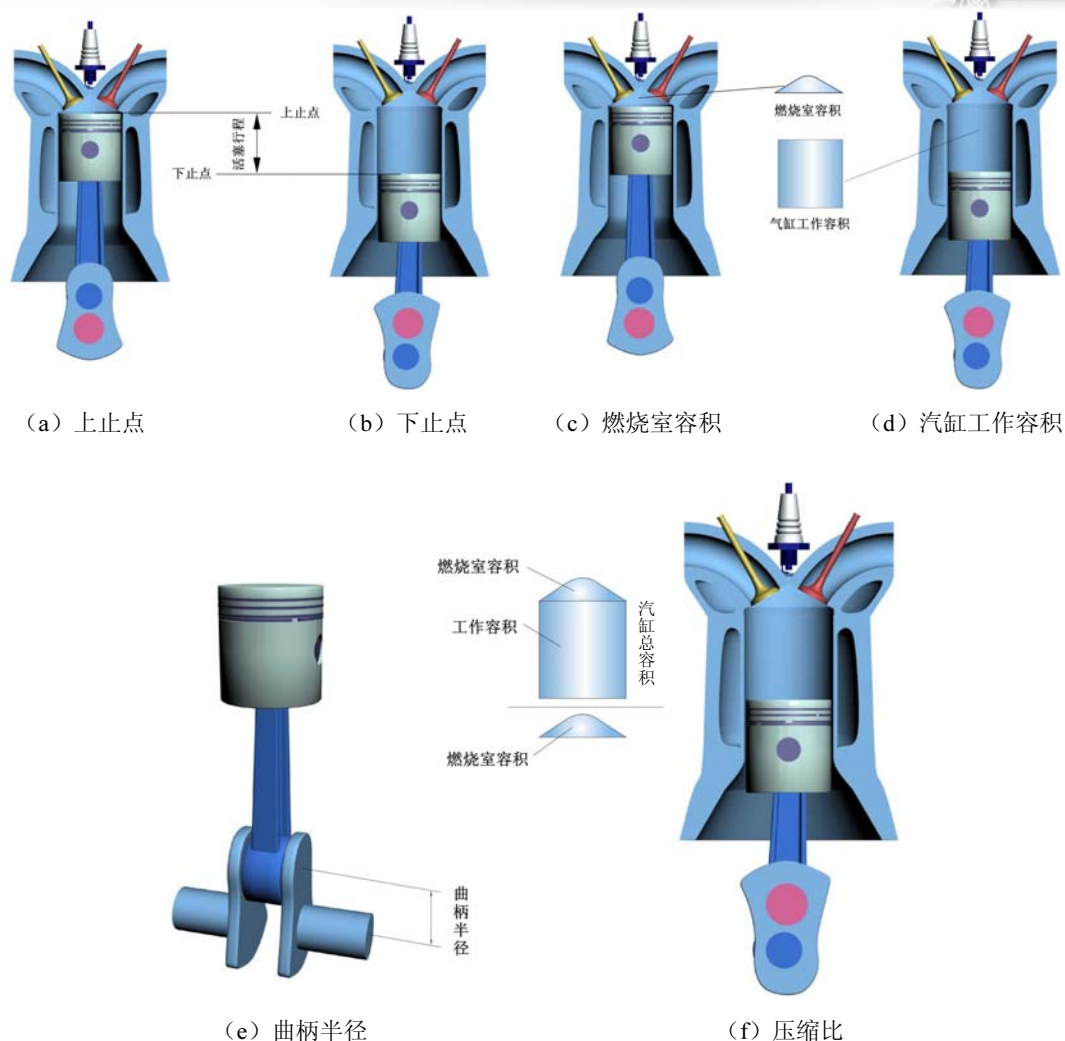


图 3-2 发动机工作常用术语

(12) 四冲程发动机：4 个行程完成一个工作循环的发动机称为四冲程发动机，汽车上广泛使用四冲程发动机。

2. 四冲程汽油机工作原理

四冲程汽油机是指通过进气、压缩、做功和排气 4 个行程，将燃料燃烧的热能转化为机械能，下面分别介绍其工作过程。

(1) 进气行程。如图 3-3 (a) 所示，进气行程是活塞由曲轴带动从上止点向下止点运动，此时，进气门打开，排气门关闭，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，空气与汽油的混合物，经进气道、进气门被吸入汽缸，至活塞运动到下止点时，进气门关闭，停止进气，进气行程结束。

(2) 压缩行程。如图 3-3 (b) 所示，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。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。



(3) 做功行程。如图 3-3 (c) 所示, 压缩行程终了时, 火花塞产生电火花, 点燃汽缸内的可燃混合气, 混合气迅速着火燃烧, 产生高温、高压气体, 在气体压力的作用下, 活塞由上止点向下止点运动, 并通过连杆驱动曲轴旋转向外输出做功, 至活塞运动到下止点时, 做功行程结束。

(4) 排气行程。如图 3-3 (d) 所示, 在做功行程终了时, 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。废气在自身的剩余压力和活塞的驱赶作用下, 自排气门排出汽缸, 至活塞运动到上止点时, 排气门关闭, 排气行程结束。

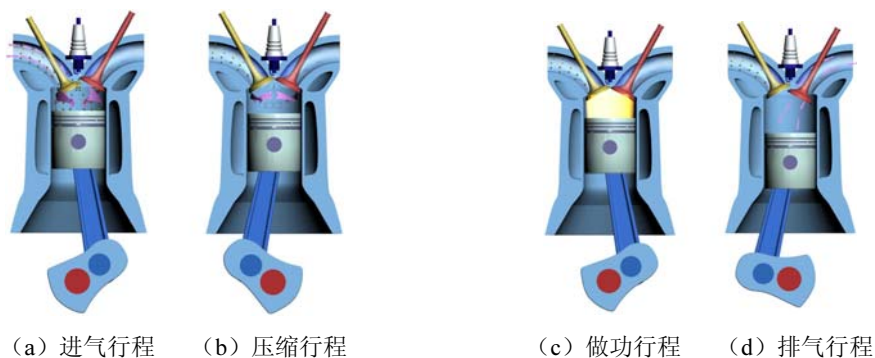


图 3-3 汽油机的工作原理

排气行程结束后, 发动机再次进行进气行程、压缩行程、做功行程和排气行程, 完成一个工作循环, 如此周而复始, 发动机就自行运转。

总之, 在发动机的 4 个行程中, 只有做功行程是活塞通过连杆带动曲轴旋转并产生动力, 其余 3 个行程均是曲轴通过连杆带动活塞运动并消耗能量。可见, 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, 完成做功行程, 依靠曲轴和飞轮储存的能量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。

3. 四冲程柴油机工作原理

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、做功和排气 4 个行程组成。但柴油和汽油性质不同, 柴油机在可燃混合气的形成、着火方式等方面与汽油机有较大区别。

柴油机的进气行程与汽油机的不同, 柴油机进入汽缸的不是混合气, 而是纯空气。

柴油机的压缩行程也是进、排气门均关闭, 活塞由下止点向上止点运动, 与汽油机的压缩行程不同的是柴油机压缩的是纯空气, 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。

柴油机的做功行程与汽油机的做功行程有很大不同, 压缩行程末, 喷油泵将高压柴油经喷油器呈雾状喷入汽缸内的高温空气中, 迅速汽化并与空气形成可燃混合气。因为此时汽缸内的温度远高于柴油的自燃温度 (约 500K), 柴油自行着火燃烧, 且以后的一段时间内边喷边燃烧, 汽缸内的温度、压力急剧升高, 推动活塞下行做功。

柴油机的排气行程与汽油机基本相同。

四冲程汽油机和柴油机的基本原理相似, 其共同的特点是: 每个工作循环曲轴转两圈, 每个行程曲轴转 180° , 进气行程是进气门打开, 排气行程是排气门打开, 其余两个行程进、



排气门均关闭。

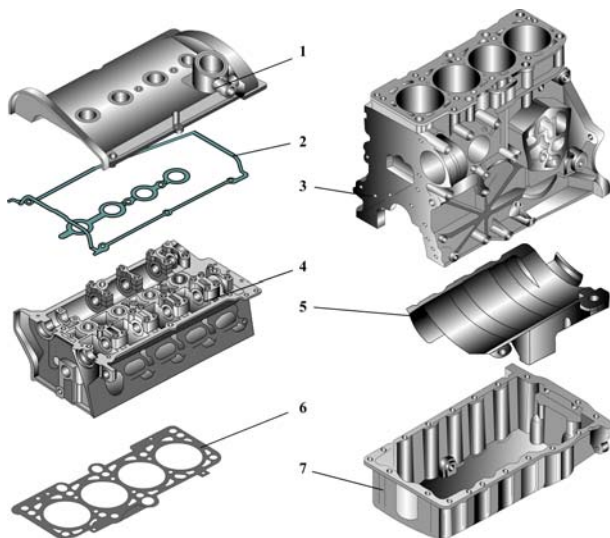
两种发动机工作循环的主要不同之处是：①汽油机的汽油和空气在汽缸外混合，进气行程进入汽缸的是可燃混合气；而柴油机进气行程进入汽缸的是纯空气，柴油是在做功行程开始阶段喷入汽缸，在汽缸内与空气混合，即混合气形成方式不同。②汽油机用电火花点燃混合气，而柴油机是用高压将柴油喷入汽缸内，靠高温气体加热自行着火燃烧，即着火方式不同。所以汽油机有点火系统，而柴油机则无点火系统。

3.1.2 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构的作用是将燃料燃烧时产生的热能转变为活塞往复运动的机械能，再转变为曲轴旋转运动而对外输出动力。曲柄连杆机构由机体组、活塞连杆组和曲轴飞轮组三组成。

1. 机体组

如图 3-4 所示，机体组主要由汽缸盖、汽缸垫、汽缸体和油底壳等不动件组成。



1—汽缸盖罩；2—汽缸盖罩密封垫；3—汽缸体；4—汽缸盖；5—挡油板；6—汽缸垫；7—油底壳

图 3-4 机体组

缸体是发动机的基础件，活塞、曲轴、缸盖等发动机零部件都安装在缸体上，缸体通常用铸铁或铝合金制造，汽缸体内引导活塞做往复运动的圆筒就是汽缸，为保证缸体能在高温下正常工作，在缸体内铸有冷却水套，以实现发动机的冷却需要。另外，在缸体上还设有油道，保证发动机有良好的润滑，主轴承座上半部在缸体上，下半部是独立的主轴承盖，用螺栓紧固在缸体的前、后壁和中间支撑隔壁上，曲轴安装在其承孔内。

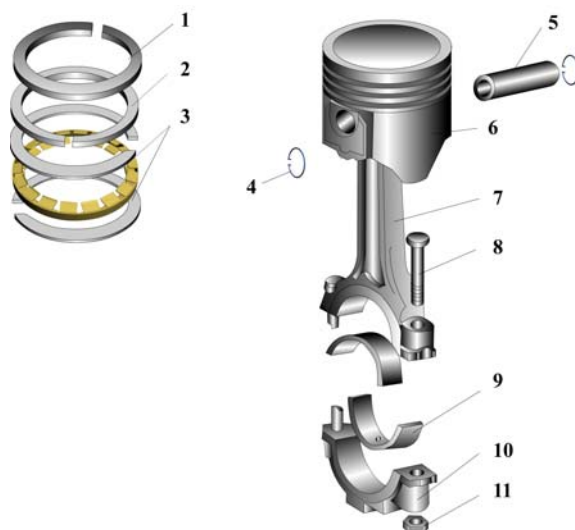
汽缸盖通过螺栓连接在缸体上，在汽缸盖上有冷却水套、燃烧室、进排气门道、气门导管孔和进排气门座、火花塞孔（汽油机）或喷油器座孔。常见的汽油机燃烧室有盆形、楔形和半球形等几种形式。

2. 活塞连杆组

如图 3-5 所示，活塞连杆组主要由活塞、活塞环、活塞销和连杆等组成，活塞的功用是与



汽缸盖、汽缸壁等共同组成燃烧室，承受气体压力，并将此力传给连杆，以推动曲轴旋转，活塞广泛采用铝合金材料制造，铝合金活塞具有质量小、导热性好等优点，但其膨胀系数较大，为了减少活塞的膨胀量，现代活塞广泛使用双金属材料，即在铸造活塞时加膨胀量较少的合金材料，以减少活塞的热膨胀量。



1—第一道气环；2—第二道气环；3—组合式油环；4—卡环；5—活塞销；6—活塞；7—连杆；
8—连杆螺栓；9—连杆轴承；10—连杆轴承盖；11—连杆螺母

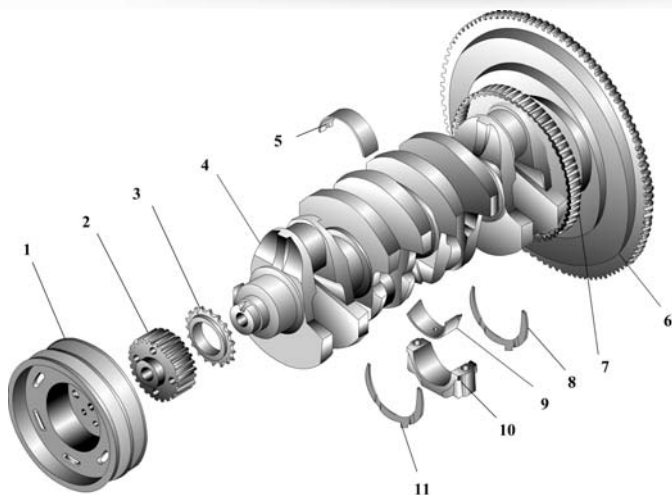
图 3-5 活塞连杆组

活塞环按其功用可分为气环和油环。现代汽车一般有两道气环一道油环，气环安装在活塞的第一和第二道环槽上，油环安装在第三道环槽上。气环的主要作用是密封，按其截面形状气环可分为矩形环、锥形环和扭曲环等数种形式，其中扭曲环在工作时发生扭曲变形，具有矩形环和锥形环的优点，现代汽车上广泛使用扭曲环。活塞环在安装时需要留有侧隙、背隙和端隙 3 处间隙，以保证活塞环的正常工作。

连杆的作用是连接活塞和曲轴，把活塞的往复运动变为曲轴的旋转运动，并把活塞的动力传给曲轴。连杆由小头、杆身、连杆盖、小头衬套、轴瓦及连杆螺栓等组成。连杆的杆身采用“工”字形断面，有的连杆杆身中心从大头到小头加工有润滑油道，润滑油能从连杆大头经该油道进入小头，以润滑活塞销和衬套。连杆的大头采用分开式，一般用平切头，依靠连杆螺栓等与连杆轴承盖定位。

3. 曲轴飞轮组

曲轴飞轮组如图 3-6 所示。曲轴的作用是把活塞连杆组传来的气体压力转变为转矩对外输出做功。在曲轴的前端轴上安装有带轮及正时齿形带轮等，主轴颈装在汽缸主轴承座内，用于支撑曲轴，连杆轴颈用于安装连杆，曲轴主轴承采用钢背对开半圆式，在轴承上有减摩合金，以减少曲轴的摩擦与磨损。曲轴的末端凸缘盘上安装有离合器总成，飞轮通过螺栓和离合器盖相连接。飞轮是一转动惯量的圆盘，它与起动齿圈相结合，称为飞轮总成。飞轮本身与离合器压盘一起组成离合器的主动部分。



1一带轮；2一曲轴正时齿形带轮；3一曲轴链轮；4一曲轴；5一曲轴主轴承（上）；6—飞轮；
7—转速传感器信号发生器；8、11—止推片；9一曲轴主轴承（下）；10一曲轴主轴承盖

图 3-6 曲轴飞轮组

3.1.3 配气机构

配气机构的作用是按照发动机各缸工作循环的需要，定时地开启和关闭进、排气门，使混合气进入汽缸，而让燃烧后的废气排出汽缸。

1. 配气机构的组成

如图 3-7 所示，配气机构由气门驱动组、气门组两组组成。气门驱动组由曲轴正时带轮、中间轴正时带轮、正时齿形带、凸轮轴正时带轮、张紧轮等组成。气门组由气门座、气门、气门导管、气门弹簧、气门弹簧座及气门锁片组成。

2. 配气机构的工作原理

参见图 3-7，发动机在作进气行程时，要求配气机构将进气门打开，此时曲轴带动曲轴正时带轮转动，通过正时齿形带带动凸轮轴正时带轮转动，凸轮轴正时带轮带动凸轮轴转动。如图 3-8 所示，当凸轮轴上的凸轮转过基圆部分后，凸轮的凸起部分将驱动液力挺柱下移，克服进气门弹簧的弹力使进气门下移，打开进气通道，混合气通过进气门进入汽缸。随着凸轮的凸起部分的顶点转过液力挺柱以后，凸轮对液力挺柱的推力逐渐减小，进气门在弹簧张力的作用下上移，逐渐关闭进气道，当凸轮转到基圆部分时，凸轮对液力挺柱的推力消失，气门完全关闭时，进气行程结束。

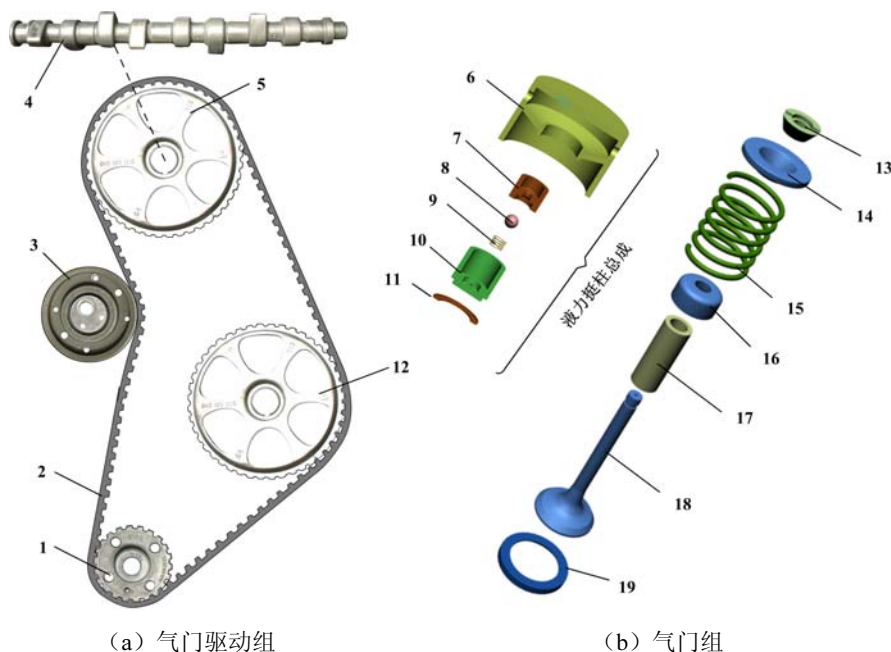
3. 配气机构主要件结构

(1) 气门。气门采用耐热合金钢（硅铬合金钢）锻造而成，它由头部和杆部两部分组成。气门头部为喇叭形，其气门密封锥角 45° 。为提高发动机的充气系数，进气门头部直径比排气门大，气门杆呈圆柱形，为提高其配合精度和耐磨性，杆部表面进行了热处理和磨光。气门杆尾部加工有型槽，用于安装气门锁片。

(2) 凸轮轴。凸轮轴的前端安装有凸轮轴正时带轮，正时带轮通过半圆键将转矩传给凸轮轴，用螺栓固定正时带轮。在凸轮轴上配置有进气凸轮和排气凸轮，凸轮驱动气门按配气相



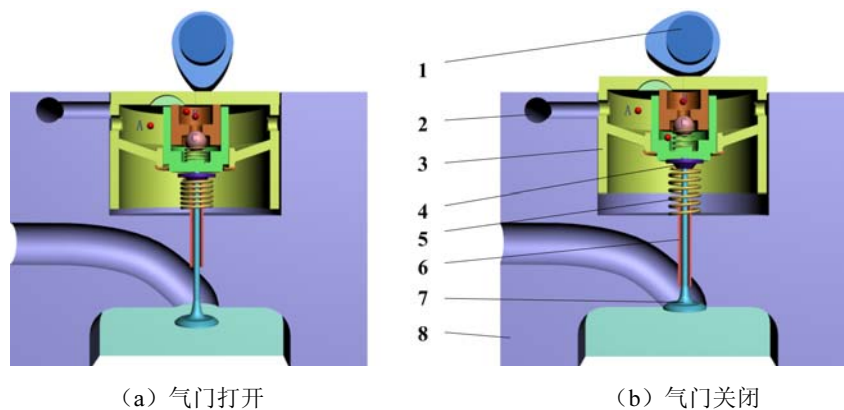
位的要求开闭，并保证气门有足够的行程。



(a) 气门驱动组 (b) 气门组

1—曲轴正时带轮；2—正时齿形带；3—张紧轮；4—凸轮轴；5—凸轮轴正时带轮；6—挺柱体；7—柱塞；8—单向阀；9—弹簧；10—柱塞套；11—托架；12—中间轴带轮；13—气门锁片；14—气门弹簧座；15—气门弹簧；16—气门油封；17—气门导管；18—气门；19—气门座

图 3-7 配气机构的组成



(a) 气门打开 (b) 气门关闭

1—凸轮轴；2—油道；3—液力挺柱总成；4—气门弹簧座与锁片；5—气门弹簧；6—气门导管；7—气门；8—缸盖

图 3-8 配气机构的工作原理

(3) 液力挺柱。液力挺柱主要由挺柱体、柱塞、柱塞套、单向阀、弹簧及端盖等组成。挺柱体由低碳合金钢制成，其上加工有环形油槽，缸盖上的主油道通过量孔与该油槽对齐时，机油可沿该油路进入液力挺柱。在挺柱体里装有柱塞和柱塞套偶件，柱塞和柱塞套配合间隙为



0.005mm，柱塞中央有油道孔，单向阀在弹簧的弹力作用下抵靠在阀座上，端盖限制柱塞套向下位移。

3.1.4 汽油机燃料供给系统

汽油机燃料供给系统的作用是不断地输送滤清的燃油和清洁的空气，根据发动机各种不同工作情况的要求，配制出不同的可燃混合气，进入汽缸燃烧，做功后将废气排入大气。

电控汽油喷射式燃料供给系统是利用安装在发动机不同部位上的各种传感器所测得的信号，按电子控制单元（电控单元、ECU）中设定的控制程序，通过对汽油喷射时间的控制，调节喷入进气管或汽缸中的喷油量，从而改变混合气成分，使发动机在各种工况下都能获得与所处工况相匹配的最佳混合气，以提高发动机功率，降低燃油消耗，减少有害气体排放。

1. 电控汽油喷射系统的组成

电控汽油喷射系统由3个子系统组成，即空气供给系统、燃油供给系统和电子控制系统，如图3-9所示。

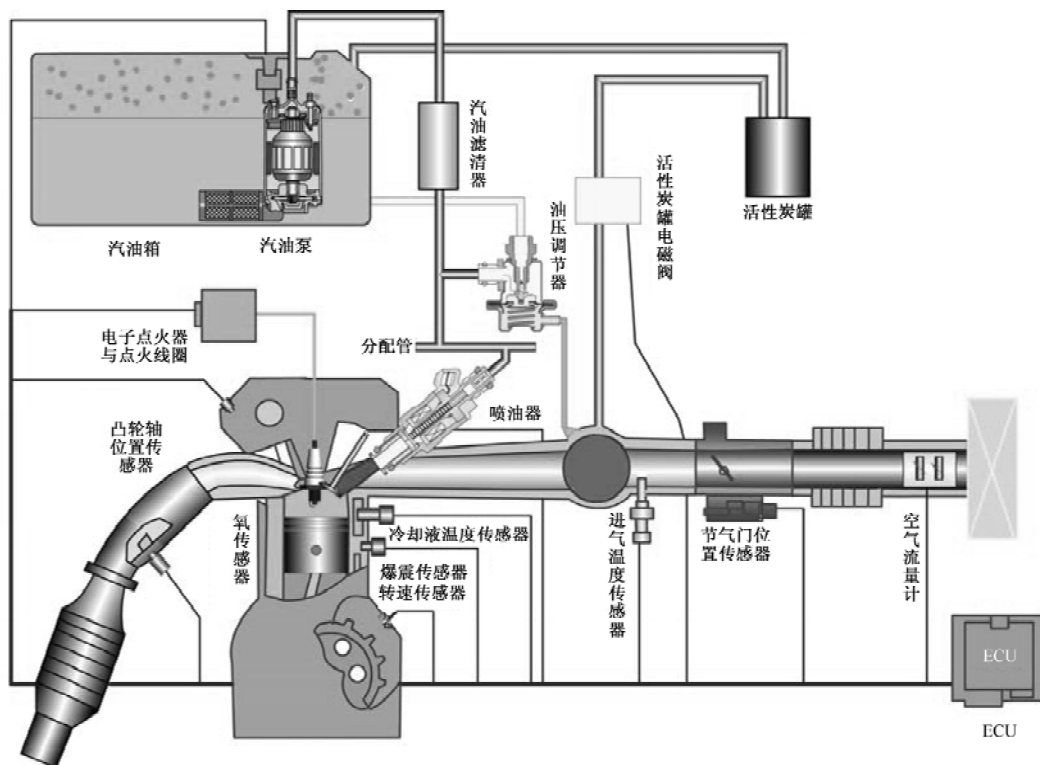


图 3-9 汽油机电控燃油喷射系统的组成

2. 系统工作原理

(1) 空气供给系统。空气供给系统由空气滤清器、空气流量计、节气门体（节气门体内有怠速调节器、节气门及节气门位置传感器等）、进气歧管等组成。进气行程时，活塞下移，进气门打开，活塞上腔产生真空吸力，在真空吸力的作用下，空气经过空气滤清器滤清后进入空气流量计，流量计计量进入的空气量，并将此信号送给电脑 ECU，节气门控制进入汽缸的



空气量，从而调节发动机的输出功率，经节气门调节的空气量经进气管、进气门进入汽缸。

(2) 燃油供给系统。燃油供给系统由汽油箱、汽油泵、燃油分配管、油压调节器、喷油器等组成。电脑控制汽油泵电机运转，汽油从油箱中被泵出，泵出来的汽油通过滤清器过滤汽油中的杂质，干净的汽油进入分配管，压力调节器调节系统压力，多余的汽油通过回油管流回油箱，工作时，电脑控制喷油器喷油。

(3) 电子控制系统。电子控制系统由传感器、控制单元及执行器组成。在电喷控制系统中，控制单元是核心元件，通常人们称它为电喷电脑，用 ECU 表示。ECU 是一个具有多插脚的电子综合控制装置。它由微处理器、程序存储器、供电电源电路及各种接口电路组成。电控单元 (ECU) 具有空燃比控制、点火正时控制、加/减速控制、下坡断油控制、发动机超速断油控制、怠速控制、空调控制等各项功能。当整车供电后，电控单元 (ECU) 开始不断地从节气门位置传感器、空气流量传感器、氧传感器、进气温度传感器、转速传感器、车速传感器等传感器信号和开关信号，以此为依据，计算出发动机各工况下的最佳供油量、最佳点火时刻及最佳怠速等。

3. 汽油机燃料供给系统主要件

(1) 电动汽油泵。电动汽油泵安装在汽油箱内，通过位于油箱顶部的连接凸缘盘提供必要的电路和油路连接。电动汽油泵的结构如图 3-10 所示，它主要由永磁电动机、滚子泵、限压阀、出油单向阀及滤网等组成。

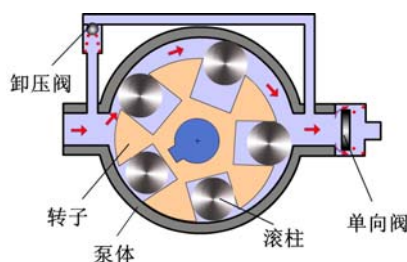


图 3-10 电动汽油泵的组成

(2) 热膜式空气流量传感器。如图 3-11 所示，热膜式空气流量传感器的主要作用是感知进气量，它由防护网、感知空气流量的热膜、进行进气修正的温度补偿电阻、控制热膜电流并产生输出信号的控制电路板及空气流量传感器壳体组成。

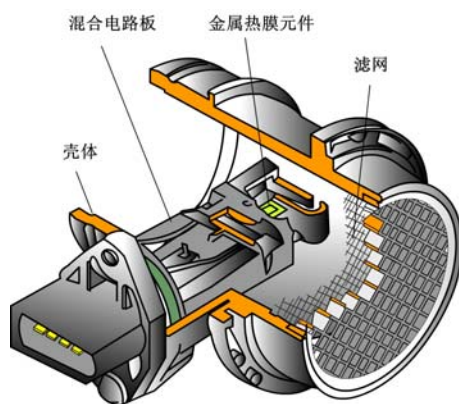


图 3-11 热膜式空气流量传感器的组成



(3) 喷油器。如图 3-12 所示, 喷油器安装在进气门上方的进气歧管上, 每一个汽缸都装有一个喷油器, 它是一个精密的小型电磁控制阀。电控单元发出指令信号, 可将喷油器头部的针阀打开, 将精密配剂的定量燃油喷入进气门前, 并与吸入进气歧管的空气混合, 混合后的可燃混合气进入汽缸内点火燃烧。

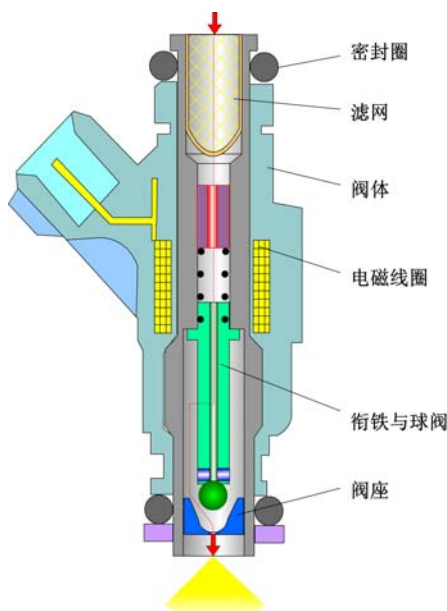


图 3-12 喷油器

3.1.5 冷却系统

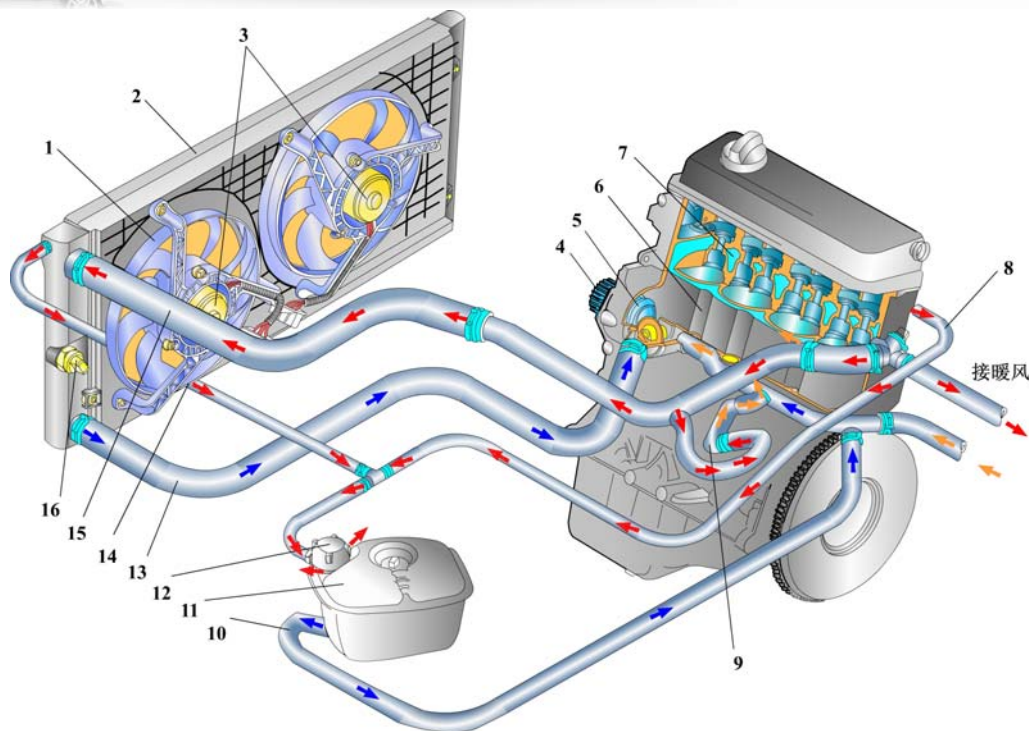
冷却系统的作用就是强制地将发动机燃烧所产生的热量和各摩擦副运动中所产生的热量及时适量地散发出去, 使发动机的温度保持在合理的范围内, 以保证发动机的正常运转。

1. 冷却系统的组成与工作原理

如图 3-13 所示, 冷却系统主要由水泵、节温器、散热器、冷却风扇及膨胀水箱等组成。冷却系统工作原理分为大循环和小循环。

(1) 冷却系统小循环。当发动机水温低时, 不需要冷却, 水泵将冷却液泵入缸体, 进入缸体的冷却液吸收缸体的热量, 通过水道口流入缸盖, 进入缸盖的冷却液吸收缸盖的热量, 通过水道口流出缸盖, 从缸盖流出的冷却液通过水管进入水泵的小循环进水口, 由于水温低, 此时的节温器的小循环阀门开启, 大循环阀门关闭, 冷却液通过节温器的小循环阀门又进入水泵, 通常把不经过散热器冷却水循环线路称为小循环。

(2) 冷却系统大循环。当发动机水温高, 需要冷却时, 同小循环一样, 水泵将冷却液泵出, 冷却液从缸盖、缸体吸收热量, 从缸盖出水口流出进入冷却水管。从冷却水管流出的冷却液进入散热器, 散热器将吸收热量的冷却液冷却, 由出水口流出。已经冷却了的冷却液进入了水泵大循环进水口, 由于发动机温度高, 节温器的小循环阀关闭小循环水路, 大循环阀打开大循环水路, 由散热器来的冷却液进入水泵, 水泵再将冷却液泵入缸体、缸盖, 以冷却发动机。通常把经过散热器的冷却液循环称为大循环。



1—护罩；2—散热器；3—电动风扇；4—齿形带带轮；5—水泵；6—汽缸体水套；7—汽缸盖水套；8—发动机水套排气管；9—节气门热水管；10—膨胀水箱管；11—膨胀水箱；12—膨胀水箱盖；13—冷却液下橡胶软管；14—散热器排气管；15—冷却液上橡胶软管；16—电动风扇双速热敏开关

图 3-13 冷却系统的组成

2. 冷却系统主要总成

(1) 散热器。散热器的主要作用是散热，如图 3-14 所示，散热器主要由左水室、右水室和散热器芯等组成。左水室分为上、下两腔，中间用隔板分开，上腔通过水管与汽缸盖上的出水口连接，下腔通过软管与水泵相连。扁管连通左、右水室，波纹状的散热带与冷却扁管相间排列，当冷却风从散热器通过时，通过波纹状的散热带将热量散发到大气中去。右水室为一连通管，在上面有一膨胀水箱连接管。

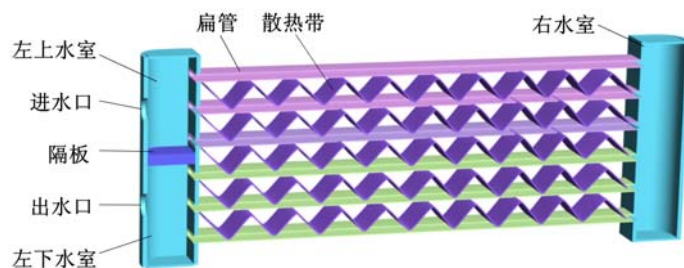
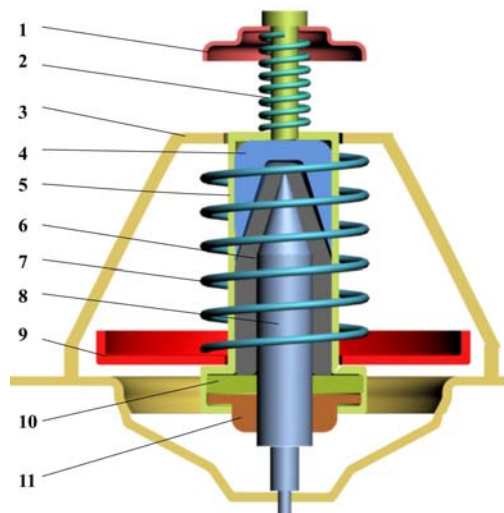


图 3-14 散热器

(2) 节温器。节温器的作用是根据冷却液的温度控制冷却液的大、小循环。如图 3-15 所示，节温器推杆的下端固定于支架的中心处，上端插入胶管的中心孔中。胶



管与节温器外壳之间形成的腔体内装有精制石蜡。冷态时，大循环阀门在弹簧弹力的作用下向下抵靠在支架上，关闭了大循环水路。弹簧弹力也同时使壳体下移，带动小循环阀门下移，打开小循环水路。在高温时，石蜡膨胀，在石蜡的胀力作用下，大、小循环阀门上移，关闭小循环水路，打开大循环水路。



1—小循环阀门；2—定位弹簧；3—支架；4—石蜡；5—感温体；6—胶管；7—大循环阀门回位弹簧；
8—推杆；9—大循环阀门；10—密封圈；11—端盖

图 3-15 节温器

3.1.6 润滑系统

1. 润滑系统作用

润滑系统有 5 个作用：润滑、清洁、冷却、密封、防蚀。

(1) 润滑：润滑油不断地供给各零件的摩擦表面，形成润滑油膜，减小零件的摩擦、磨损和功率消耗。

(2) 清洁：润滑系统通过润滑油的流动，将摩擦副中的杂质冲洗下来，带回到油底壳。

(3) 冷却：润滑油流经零件表面，吸收其热量并将部分热量带回到油底壳散入大气中，起到冷却的作用。

(4) 密封：润滑油可以补偿零件表面配合的微观不均匀性。例如，可以减小汽缸的漏气量，增大了压力，起到密封作用。

(5) 防蚀：在零件表面形成油膜，防止零件生锈。

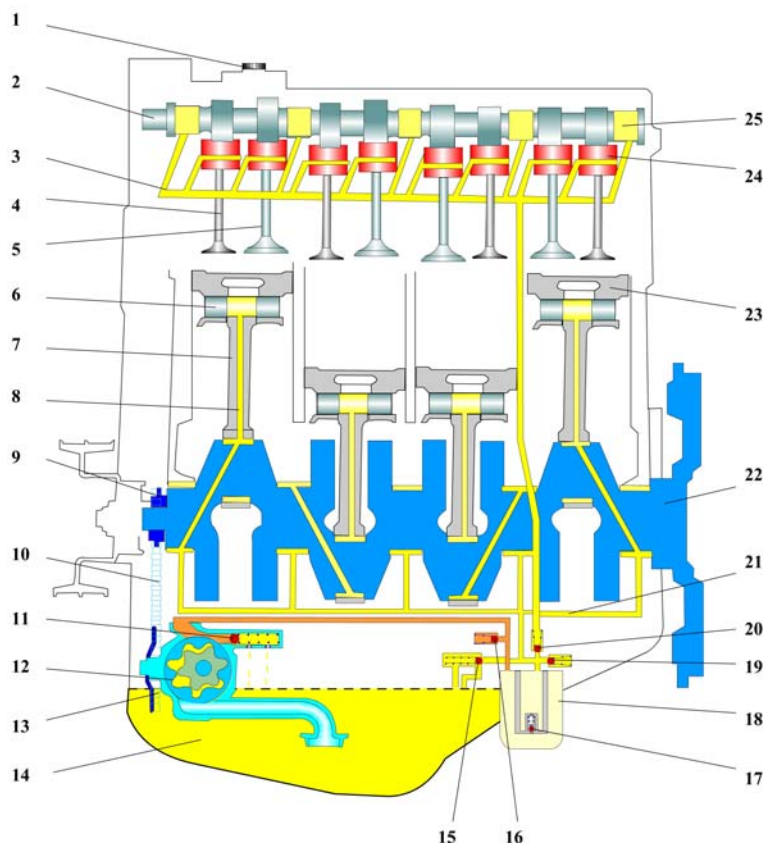
2. 润滑系统的组成及工作原理

如图 3-16 所示，润滑系统主要由油底壳、机油泵、机油滤清器、限压阀、油压开关、机油散热器及油道等组成。

工作原理：机油泵从油底壳中吸取机油，经过缸体上的油道进入机油滤清器，机油经过滤清器过滤后，被送到发动机缸体主油道，从主油道进入曲轴、中间轴等摩擦副时，对其进行润滑；活塞及活塞环的润滑是靠飞溅润滑。一部分机油经缸体上的油道进入缸盖主油道，来自



缸盖的主油道的机油润滑凸轮轴支撑轴颈。另外，来自缸盖的主油道进入液力挺柱，为液力挺柱提供工作油压。机油压力信号是由安装在机油滤清器支架上的两个油压开关传递的。



1—加机油盖；2—凸轮轴；3—缸盖主油道；4—进气门；5—排气门；6—活塞销；7—连杆；8—连杆油道；
9—曲轴链轮；10—链条；11—溢流阀；12—机油泵；13—机油泵链轮；14—油底壳；15—限压阀；
16—油压开关；17—旁通阀；18—机油滤清器；19—油压开关；20—单向阀；21—汽缸体主油道；
22—曲轴；23—活塞；24—液力挺柱；25—凸轮轴支撑轴颈

图 3-16 润滑系统

3. 润滑系统主要部件

(1) 机油泵。图 3-17 所示的机油泵采用结构简单、维修方便、工作可靠的外啮合齿轮泵，机油泵主动轴由分电器轴驱动，吸油口与集滤器相连，出油口直接与缸体上的油道连接，机油泵主、从动齿轮被封装在一刚性的密闭壳体（即泵体）内，在机油泵上装有机油限压阀，机油泵通过螺栓固定在缸体上。

(2) 机油滤清器。机油滤清器的作用是将循环流动的机油在送往运动零件表面之前，滤去机油中的金属屑和尘埃以及燃料燃烧不完全所产生的炭粒。

如图 3-18 所示，机油滤清器的壳体用薄钢板冲压而成，内装带有金属骨架的纸制式滤芯，滤芯的下部装有旁通阀，一旦滤芯堵塞，机油便从旁通阀直接进入主油道。机油滤清器是一次性使用件，如捷达轿车规定，每行驶 7500km 更换机油滤清器。

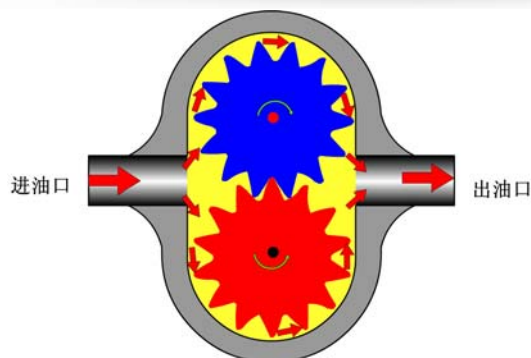


图 3-17 机油泵

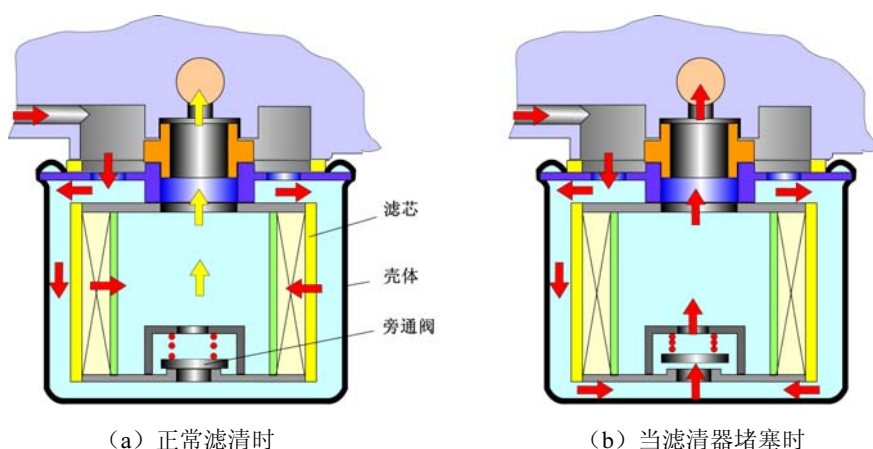


图 3-18 机油滤清器

3.2 底盘构造

底盘由传动系统、行驶系统、转向系统和制动系统 4 个系统组成。

3.2.1 传动系统

传动系统的功用是将发动机发出的动力传给驱动车轮，使路面对驱动车轮产生一个牵引力，推动汽车行驶。如图 3-19 所示，传动系统由离合器、变速器、万向传动装置、主减速器、差速器和半轴等组成。

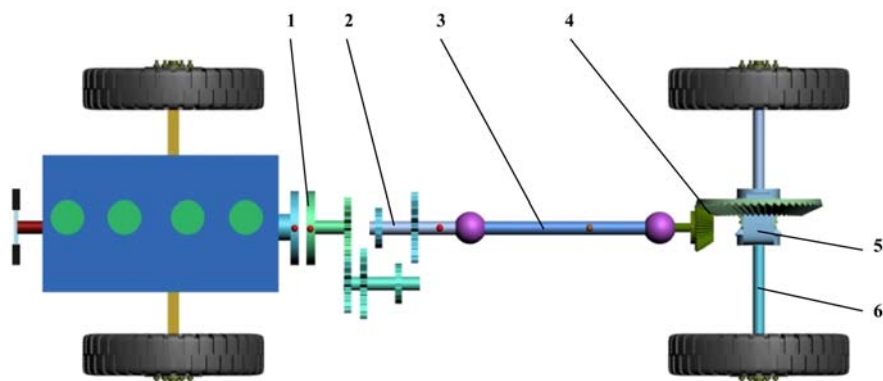
1. 离合器

(1) 离合器的作用与组成。离合器安装在发动机和变速器之间，通过离合器将发动机的动力传递给变速器，离合器也可暂时切断发动机与传动系统的联系，便于发动机起动、变速器换挡等；通过离合器缓慢结合，逐渐传递发动机的动力，保证汽车平稳起步。

如图 3-20 所示，离合器由主动部分、从动部分、压紧装置、分离机构和操纵机构等 5 部分组成。离合器盖用螺钉固定于飞轮上，压盘与离合器盖用传动片连接。这样飞轮、离合器盖、压盘一起构成了离合器的主动部分。从动盘通过滑动花键套在从动轴（变速器输入轴）上，构

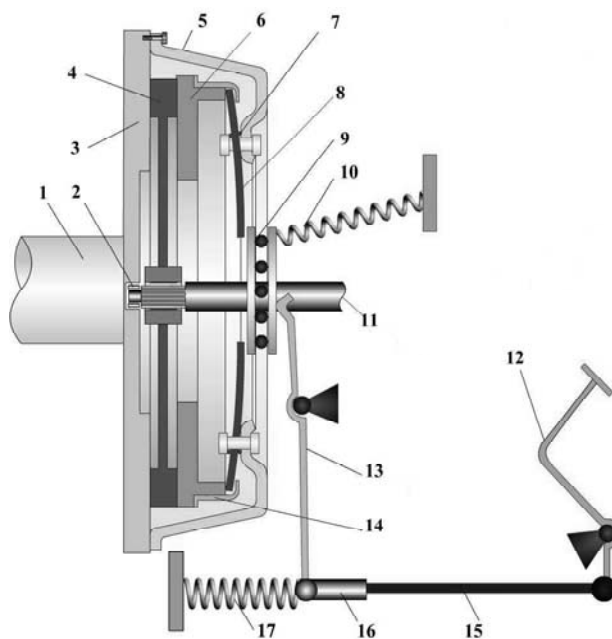


成了从动部分。膜片弹簧既是压紧装置，又是分离机构，它的中部用铆钉固定在离合器盖上，外沿与压盘用分离钩连接。分离轴承和分离套筒压装成一体，松套在从动轴上。分离叉是中部有支点的杠杆。从分离轴承到踏板是操纵机构。



1—离合器；2—变速器；3—万向传动装置；4—主减速器；5—差速器；6—半轴

图 3-19 传动系统的组成



1—曲轴；2—轴承；3—飞轮；4—从动盘；5—离合器盖；6—压盘；7—钢丝支撑圈；8—膜片弹簧；9—分离轴承和分离套筒；10，17—回位弹簧；11—从动轴；12—踏板；13—分离叉；14—分离钩；15—拉杆；16—调节叉

图 3-20 离合器的基本组成示意图

(2) 离合器的工作原理。

① 离合器接合。当发动机工作时，飞轮带动离合器主动部分旋转，在膜片弹簧弹力的作用下，压盘和从动盘被压紧在飞轮上，而使从动盘接合面与飞轮和压盘间产生摩擦转矩，并通



过从动盘带动变速器输入轴一起旋转，发动机的动力便传给变速器。

② 离合器分离。当驾驶员踩下离合器踏板时，通过联动件使分离轴承前移，推动膜片弹簧的内端前移，膜片弹簧以钢丝支撑圈为支点转动使外端后移，通过分离钩带动压盘后移，从动盘与压盘和飞轮之间出现间隙，离合器分离，发动机则停止向变速器输出动力。

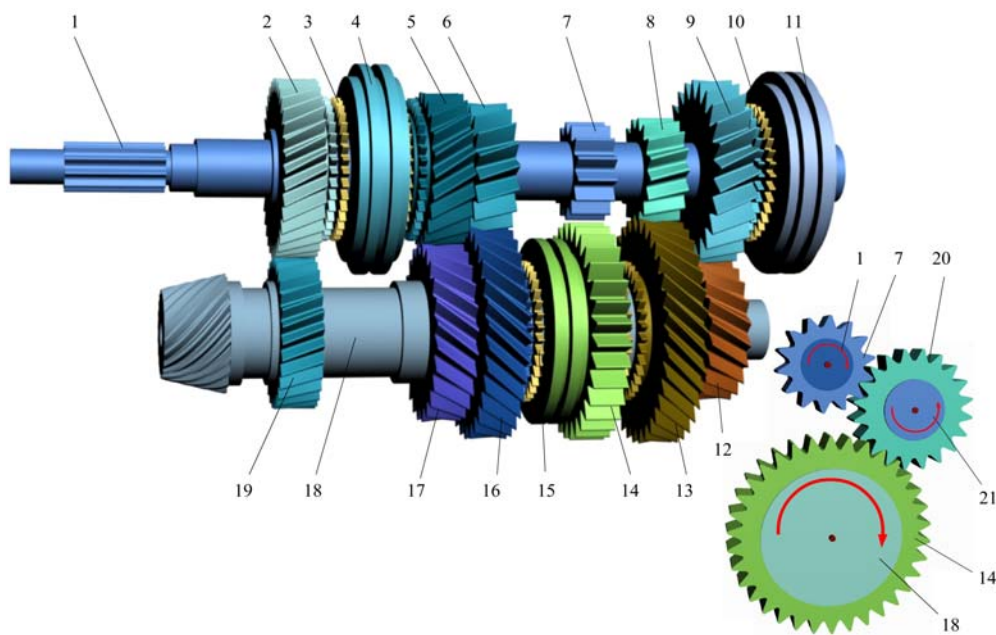
③ 汽车起步。当缓慢放松踏板时，通过联动件作用在压盘上的拉力逐渐减少，在压紧弹簧的作用下，从动盘与飞轮和压盘接合程度逐渐增加，其摩擦转矩逐渐增大，当大于汽车通过传动系统作用在从动盘上的阻力转矩时，从动盘与飞轮等速转动，汽车起步。

2. 变速器

(1) 变速器的作用。汽车上广泛采用活塞式内燃机，其转矩和转速变化范围较小，而复杂的使用条件则要求汽车的牵引力和车速能在相当大的范围内变化。为解决这一矛盾，在传动系统中设了变速器，来改变传动比，扩大驱动轮转矩和转速的变化范围，以适应经常变化的行驶条件，同时使发动机在有利（功率较高而耗油率较低）的工况下工作。在变速器中设置 1~2 个倒挡，以便发动机旋转方向不变的前提下，实现汽车倒向行驶。普通手动变速器由变速传动机构和变速器操纵机构组成。

(2) 变速传动机构。下面以两轴变速器为例介绍变速传动机构组成与动力传递线路。

图 3-21 所示为两轴式变速器，它有 5 个前进挡和一个倒挡。



1—第一轴；2—第一轴 4 挡齿轮；3—4 挡锁环；4—3、4 挡接合套；5—第一轴 3 挡齿轮；6—第一轴 2 挡齿轮；7—第一轴倒挡齿轮；8—第一轴 1 挡齿轮；9—第一轴 5 挡齿轮；10—5 挡锁环；11—5 挡接合套；12—第二轴 5 挡齿轮；13—第二轴 1 挡齿轮；14—1、2 挡接合套；15—2 挡锁环；16—第二轴 2 挡齿轮；17—第二轴 3 挡齿轮；18—第二轴（带主动锥齿轮）；19—第二轴 4 挡齿轮；20—倒挡惰轮；21—倒挡轴

图 3-21 变速传动机构

第一轴也叫输入轴或主动轴，第一轴前端用轴承支撑在曲轴中心孔内，前端与离合器从



动盘通过花键连接，中段及后段 3 处通过轴承支撑在变速器壳体上。第一轴上共有 6 个齿轮，两个同步器。其中 3、4、5 挡齿轮分别用滚针轴承空套在第一轴上，3、4 挡中间有一个同步器，5 挡也有一个同步器，它们通过花键毂与轴连接，并能在拨叉作用下左右移动。1、2、倒挡齿轮与第一轴固定。

第二轴也叫输出轴或从动轴，第二轴前后端两处通过轴承安装在壳体上，第二轴上有 7 个齿轮，一个同步器。其中，6 个圆柱齿轮与第一轴齿轮对应，一个锥齿轮作为主减速器的主动齿轮。3、4、5 挡齿轮与第二轴固定，1、2 挡齿轮用滚针轴承空套在第二轴上，同步器位于 1、2 挡中间，第二轴上倒挡齿轮与同步器接合套连成一体。

在第二轴中部一侧，还装有一根较短的倒挡轴。它是固定式轴，倒挡齿轮空套在倒挡轴上，它可在倒挡拨叉的作用下左、右移动。

该变速器有 5 个前进挡位和 1 个倒挡位。操纵变速杆，通过接合套的移动，即可实现不同传动比的动力传递。

以挂 1 挡为例，右移 1、2 挡接合套，以使 1、2 挡接合套与输出轴一档齿轮的接合齿圈啮合，即挂上了 1 挡，1 挡的动力传递路线为：第一轴→第一轴 1 挡齿轮→第二轴 1 挡齿轮→1、2 挡接合套→第二轴输出。

当挂倒挡时，通过拨叉拨动倒挡轴上的惰轮，使其同时与第二轴上的倒挡齿轮啮合，其动力传递路线为：第一轴→第一轴倒挡齿轮→倒挡轴惰轮→第二轴倒挡齿轮→1、2 挡同步器接合套→花键毂→第二轴。

由于倒挡的齿轮传递中多一个中间惰轮，因此，第二轴的旋转方向与前进挡时旋转方向相反。

(3) 变速操纵机构。图 3-22 所示为 6 挡变速器操纵机构的组成与布置示意图，其变速器操纵机构由变速杆、拨块、拨叉、拨叉轴及锁止装置等组成。拨叉轴的两端均支撑于变速器盖的相应孔中，可以轴向滑动。所有的拨叉和拨块都固定于相应的拨叉轴上。3、4 挡拨叉的上端具有拨块。拨叉和拨块的顶部制有凹槽。变速器处于空挡时，各凹槽在横向平面内对齐，叉形拨杆下端的球头即伸入这些凹槽中。

挂挡时，驾驶员操纵变速杆，使其中部绕球形支点横向摆动，则其下端推动叉形拨杆绕换挡轴的轴线摆动，从而使叉形拨杆下端球头对准与所选挡位对应的拨块凹槽，然后使变速杆纵向摆动，带动拨叉轴及拨叉向前或向后移动，即可实现挂挡。

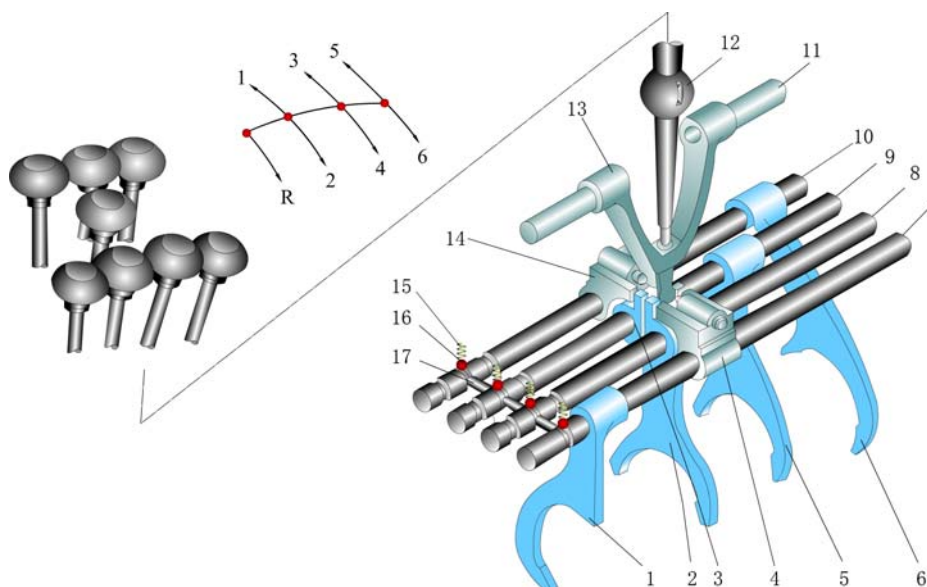
3. 主减速器与差速器

发动机的动力通过变速器变速输出，如一个 5 挡变速器，一般 1、2、3 挡为降速挡，4 挡为直接挡，5 挡为超速挡，尽管变速器有降速挡，但是如果将变速器输出的转速不降速，而直接传到车轮，车轮的输出转矩非常小，无法驱动汽车行驶，为了进一步降速增扭，传动系统中设置了主减速器，其减速比一般在 5~7，即输入 5~7r，输出 1r。如图 3-23 所示，主减速器的工作原理是利用小齿轮（主动锥齿轮）带动大齿轮（从动锥齿轮）转动，从而实现减速。

汽车在转向时，内、外侧车轮在同一时间内移过的曲线距离显然不同，即外侧车轮移过的距离大于内侧车轮。若两侧车轮都固定在同一刚性转轴上，两轮角速度相等，则此时外轮必然是边滚动边滑移，内轮必然是边滚动边滑转。车轮在路面上的滑转和滑移不仅会加速轮胎磨损，增加动力消耗，而且会使转向和制动性能恶化。因此，在两驱动轮之间设置差速器，即使

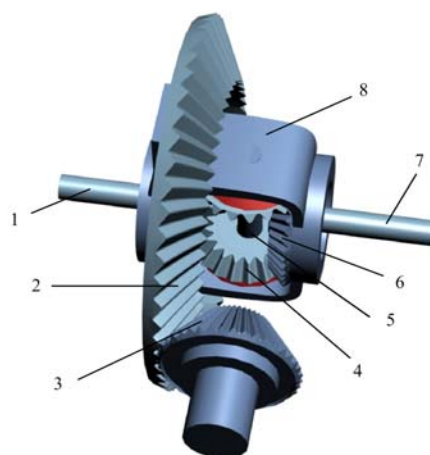


两侧驱动轮在传力的同时可用不同角速度旋转，以保证其所有的车轮在转向时都做纯滚动状态，对应着两侧用两根半轴将动力输送给左、右车轮。



1—5、6 挡拨叉；2—3、4 挡拨叉；3—1、2 挡拨块；4—5、6 挡拨块；5—1、2 挡拨叉；6—倒挡拨叉；
7—5、6 挡拨叉轴；8—3、4 挡拨叉轴；9—1、2 挡拨叉轴；10—倒挡拨叉轴；11—换挡轴；12—变速杆；
13—叉形拨杆；14—倒挡拨块；15—自锁弹簧；16—自锁钢球；17—互锁销

图 3-22 变速操纵机构



1—左半轴；2—从动锥齿轮；3—主动锥齿轮；4—行星齿轮；5—行星齿轮轴；
6—半轴齿轮；7—右半轴；8—差速器壳

图 3-23 主减速器和差速器

差速器的工作原理如下（参见图 3-24）：

（1）当汽车直线行驶时。车轮通过半轴、半轴齿轮将阻力传递给行星齿轮，由于行星齿轮相当于一个等臂杠杆，在汽车直线行驶时，左、右侧阻力相等，行星齿轮没有自转，只有随



行星齿轮轴一起公转, 由于行星齿轮没有自转, 因此差速器不起差速作用, 即差速器壳带动左、右侧车轮同速转动。汽车直线行驶。

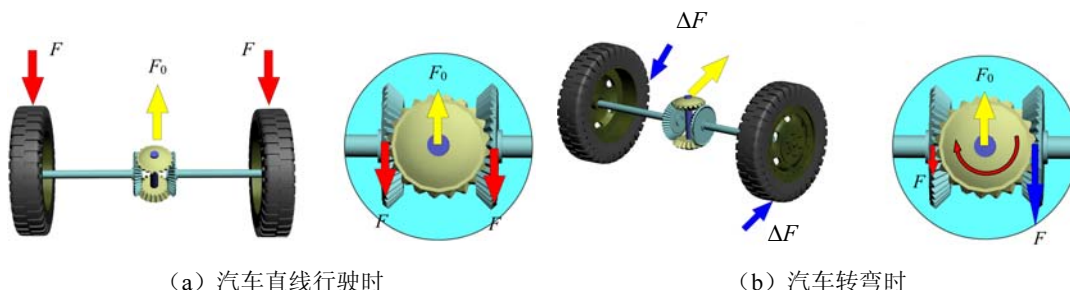


图 3-24 差速器工作原理示意图

(2) 当汽车转弯时, 如图 3-24 (b) 所示的右转弯时, 此时路面给左侧车轮一个向后的附加作用力 ΔF , 给右侧车轮一个向前的附加作用力 ΔF , 左、右侧车轮的附加作用力大小相等、方向相反。此附加力通过半轴、半轴齿轮传递给行星齿轮, 造成行星齿轮左侧阻力变小, 右侧阻力变大, 由于行星齿轮相当于一个等臂杠杆, 当其左、右侧阻力不等时, 行星齿轮开始绕行星齿轮轴顺时针自转, 由于行星齿轮的自转, 使左侧半轴齿轮转速增加, 右侧半轴齿轮转速减少, 即左侧车轮转速增加, 右侧车轮转速减少, 差速器开始起差速作用, 汽车右转弯行驶。

3.2.2 行驶系统

行驶系统的作用是接受发动机传来的转矩, 通过车轮使路面产生推动汽车行驶的驱动力, 以保证汽车正常行驶; 传递并承受路面作用于车轮上的各种反力及其所形成的力矩; 此外, 它还能缓和不平路面对车身造成的冲击和振动, 保证汽车行驶平顺性, 并且与汽车转向系统配合, 实现汽车行驶方向的正确控制, 以保证汽车操纵稳定性。载货汽车行驶系统如图 3-25 所示, 由车架、悬架、车桥和车轮及轮胎等组成。

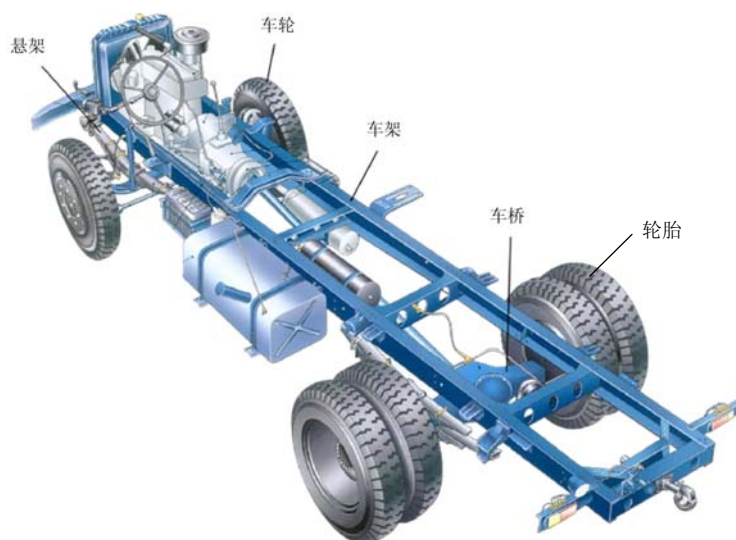


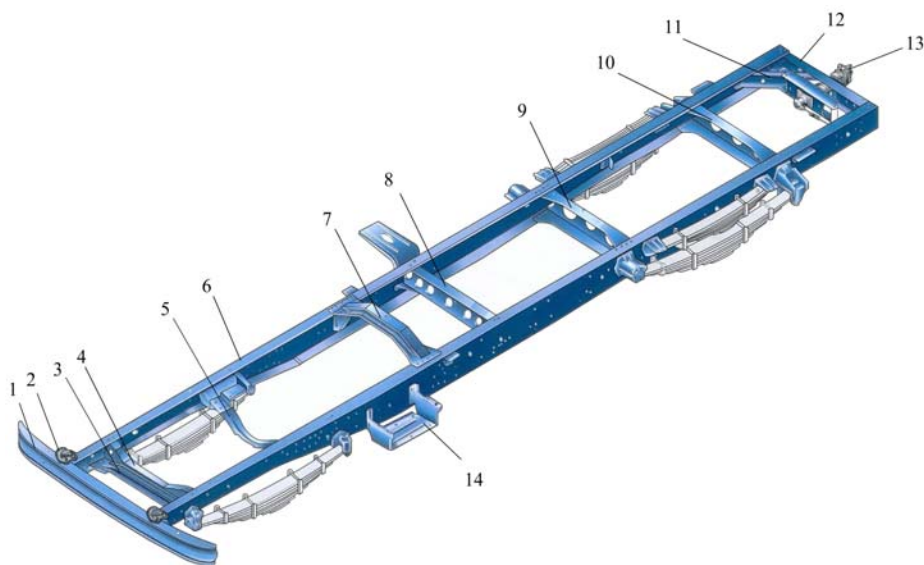
图 3-25 载货汽车行驶系统组成



1. 车架

汽车车架是跨接在前、后车桥上的桥梁式结构。它是整个汽车的安装基础，其上装有发动机、变速器、传动轴、前后桥、车身等总成和部件，并使它们保持正确的相对位置。

汽车上使用的车架按照它的结构形式的不同，可分为边梁式车架（见图 3-26）、中梁式车架和综合式车架 3 种。部分轿车和客车为了减轻自重，而以车身兼代车架，这种车架称为“承载式车身”，即所谓的无梁式车身。



1—保险杠；2—挂钩；3—前横梁；4—发动机前悬置横梁；5—发动机后悬置右（左）支架和横梁；6—纵梁；7—驾驶室后悬置横梁；8—第四横梁；9—后钢板弹簧前支架横梁；10—后钢板弹簧、后支架横梁；11—角撑横梁组件；12—后横梁；13—拖钩部件；14—蓄电池托架

图 3-26 边梁式车架

2. 悬架

悬架是车架与车桥之间连接、传力装置的总称，其组成如图 3-27 所示。悬架的功用是把路面作用于车轮上的垂直反力、纵向反力和侧向反力以及这些反力所形成的力矩传递到车架上，保证汽车的正常行驶，满足使用要求。

汽车悬架可分为两类：非独立悬架和独立悬架，如图 3-28 所示。非独立悬架的结构特点是两侧的车轮由一根整体式车桥相连。车轮连同车桥一起通过弹性悬架与车架连接。当一侧车轮因道路不平而发生跳动时，必然引起另一侧车轮在汽车横向平面内发生摆动。独立悬架的结构特点是车桥做成断开的，每一侧的车轮可以单独地通过弹性悬架与车架两侧车轮单独跳动，互不影响。

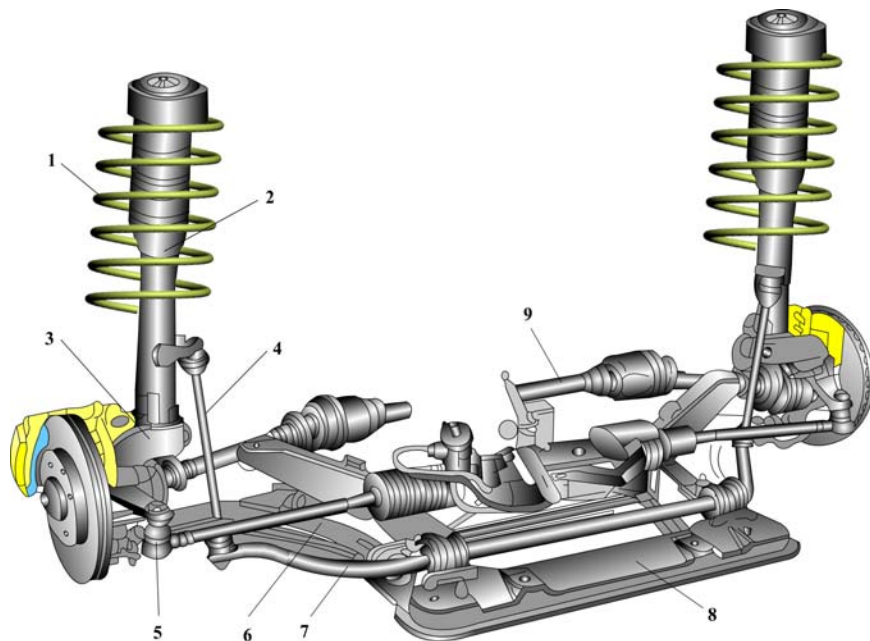
3. 车桥

汽车车桥通过悬架与车架相连接，其两端安装车轮，车桥传递车架与车轮之间的各种用力及其所产生的弯矩和转矩。根据车桥的功能，车桥可分为转向桥、驱动桥、转向驱动桥、支持桥等，现代轿车的前桥一般采用转向驱动桥。

转向驱动桥如图 3-29 所示，转向驱动桥是既有转向功能又有驱动功能的车桥。发动机的

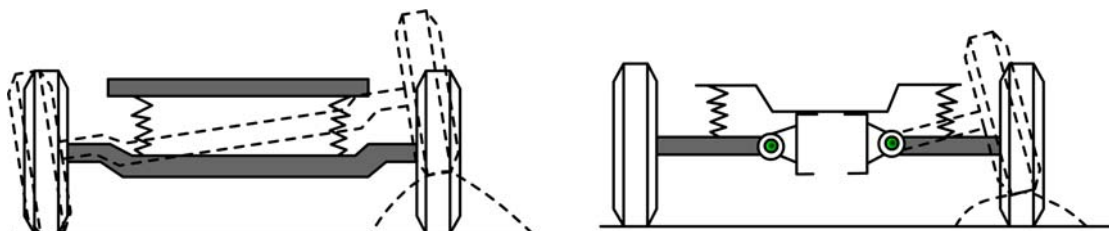


动力传给左、右等速万向节与传动轴，再由它们传给车轮，驱动车轮转动。转动转向盘，通过转向器带动左、右横拉杆移动，使转向节臂转动，带动车轮摆动，实现汽车转向。



1—螺旋弹簧；2—筒式减振器；3—转向节；4—连接杆；5—球头销；6—下摆臂；7—横向稳定杆；
8—前托架；9—半轴

图 3-27 悬架



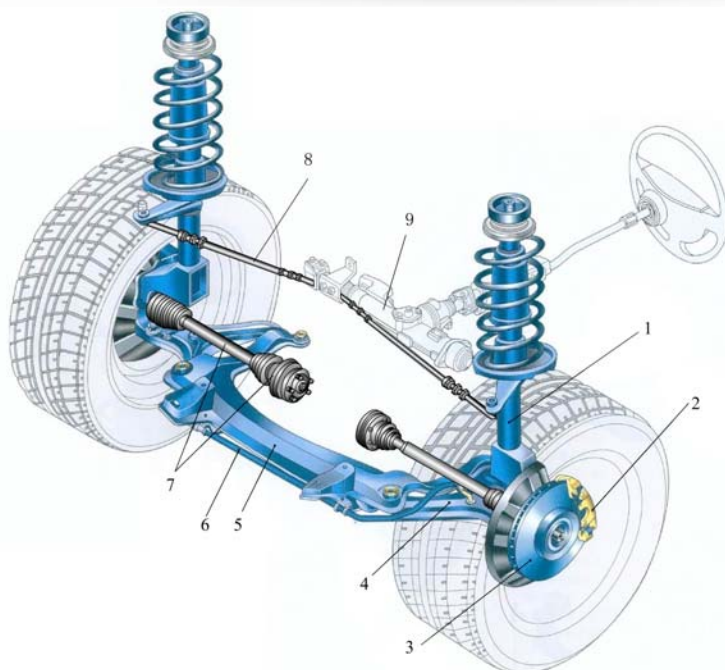
(a) 非独立悬架

(b) 独立悬架

图 3-28 汽车悬架类型

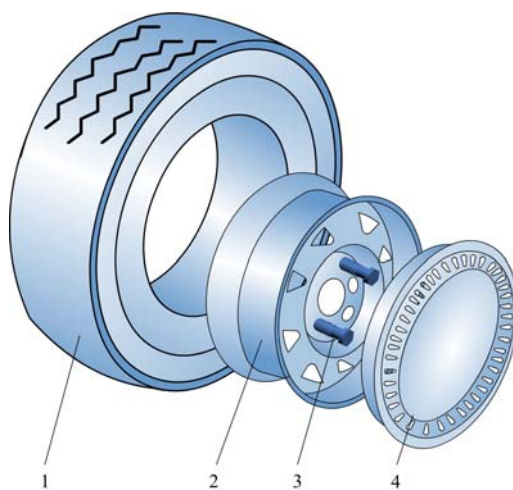
4. 车轮和轮胎

车轮和轮胎的作用是支撑汽车的质量、缓和不平路面所造成的冲击和振动，并通过轮胎与路面存在的附着力来产生驱动力和制动力。如图 3-30 所示，轮胎装在车轮轮辋上，车轮通过轴承装在车桥上，有的乘用车车轮外侧装有装饰罩。车轮主要由轮辋、辐盘、轮毂、轮毂轴承等部件组成。盘式车轮轮辋和轮毂是由钢质辐盘连接起来，辐盘与轮辋通过焊接或铆接固定成一体；辐盘上制有螺栓孔，用端部带有球面凸起的螺母与轮毂相连接，以便在安装时对正中心和车轮互换。多数汽车的轮盘上开几个大孔或制作成辐条式，便于拆装、轮胎充气及制动鼓散热等，同时也减轻了质量。



1—前悬架总成；2—制动钳；3—制动盘；4—摆臂；5—副车架；6—横向稳定杆；7—等速万向节与传动轴；8—转向横拉杆；9—转向器

图 3-29 转向驱动桥



1—轮胎；2—车轮；3—螺栓；4—装饰罩

图 3-30 车轮和轮胎

3.2.3 转向系统

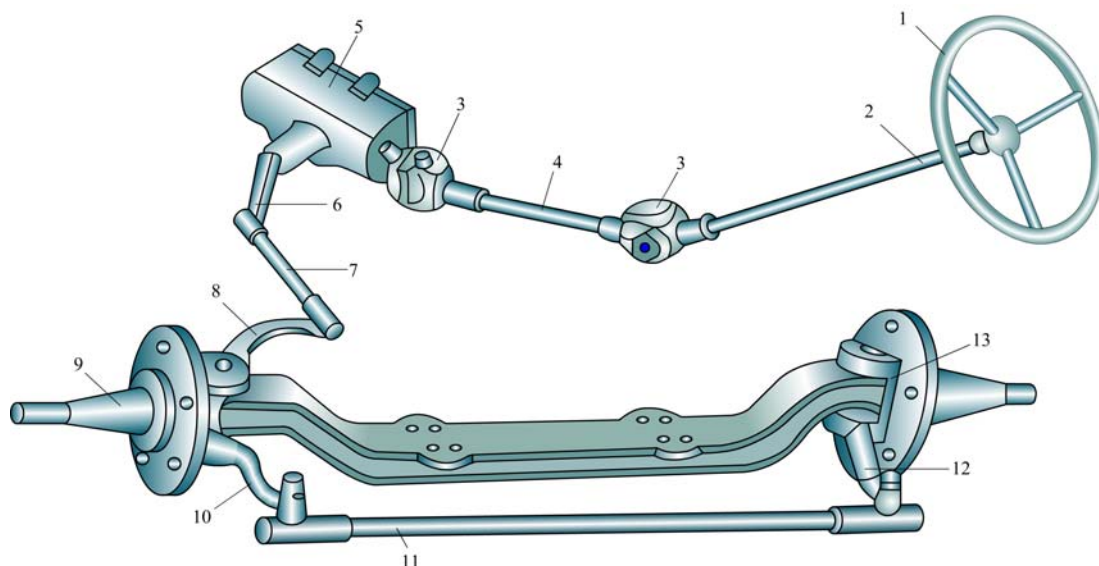
汽车转向系统的作用就是按照驾驶员的意愿实现汽车转向。汽车的转向系统按转向能源



的不同可分为机械转向系统和动力转向系统两大类。

1. 机械转向系统

机械转向系统是以人的体力作为转向动力，其中所有传力件都是机械的。如图 3-31 所示，它由转向操纵机构、转向器和转向传动机构三大部分组成，当驾驶员转动转向盘时，通过转向轴、转向万向节和传动轴，将转向转矩输入转向器。从转向盘到传动轴这一系列零部件称为转向操纵机构。作为减速传动装置的转向器中有 1~2 级减速传动副。经转向器减速增扭后的转矩传到转向摇臂，再通过转向主拉杆传给固定于左转向节上的转向节臂，使左转向节及装于其上的左转向轮绕主销偏转。同时，左梯形臂经转向横拉杆和右梯形臂以及右转向轮绕主销向同一个方向偏转，从而实现转向。转向摇臂、转向主拉杆、转向节臂、左/右梯形臂、转向横拉杆总称为转向传动机构。梯形臂、转向横拉杆和前轴构成转向梯形，其作用是保证左、右转向轮按一定规律进行偏转。



1—转向盘；2—转向轴；3—转向万向节；4—转向传动轴；5—转向器；6—转向摇臂；7—转向主拉杆；
8—转向节臂；9—左转向节；10—左梯形臂；11—转向横拉杆；12—右梯形臂；13—右转向节

图 3-31 机械转向系统示意图

2. 液压动力转向系统

液压动力转向系统如图 3-32 所示，动力转向泵安装在发动机上，由曲轴通过皮带驱动运转向外输出油压，转向油罐有进、出油管接头，通过油管分别与转向油泵和转向控制阀连接。动力转向器为整体式，其转向控制阀用以改变油路。动力转向活塞杆两端连接转向节臂，其工作原理是：当汽车直线行驶时，转向控制阀将转向油泵泵出来的工作液与油罐相通，转向油泵处于卸荷状态，动力转向不工作。当汽车需要转弯时，如右转弯，驾驶员向右转动转向盘，转向控制阀将转向油泵泵出来的工作液与动力缸的右腔接通，将左腔与油罐接通，在油压的作用下，活塞移动，通过活塞杆带动转向节臂绕主销轴线转动，使前轮向右摆动，从而实现右转向。左转弯则相反。

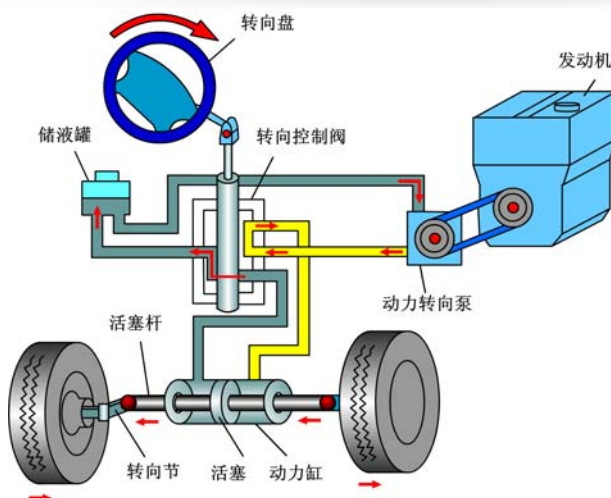


图 3-32 液压动力转向系统

3. 电控电动动力转向系统

电控电动动力转向系统结构简单，重量轻，且故障少，降低了油耗和维修费用，目前在乘用车上广泛应用。图 3-33 所示是电控电动动力转向系统示意图。转向时，驾驶员转动转向盘，转角传感器将转向及转速度等信号送给电脑 EPS/ECU，电脑接收转角传感器、车速传感器、发动机转速传感器等信号，经过分析处理，输出不同的电流，控制电机的转向及转向转矩的大小，电机输出的转矩通过减速器减速、增扭及变向后，将动力传给齿轮齿条转向器，转向器将动力传给左、右转向节臂，带动车轮转动，从而使车轮摆动，实现汽车转向。

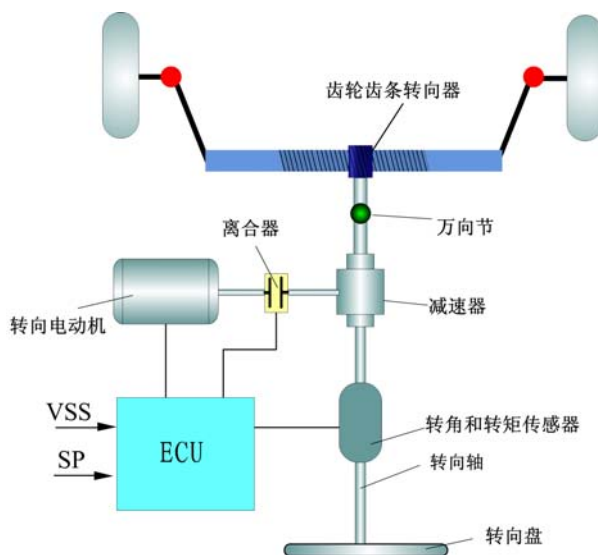


图 3-33 电控电动动力转向系统示意图

3.2.4 制动系统

制动系统的功用是使汽车减速，在最短距离停车，在坡道上停放等。

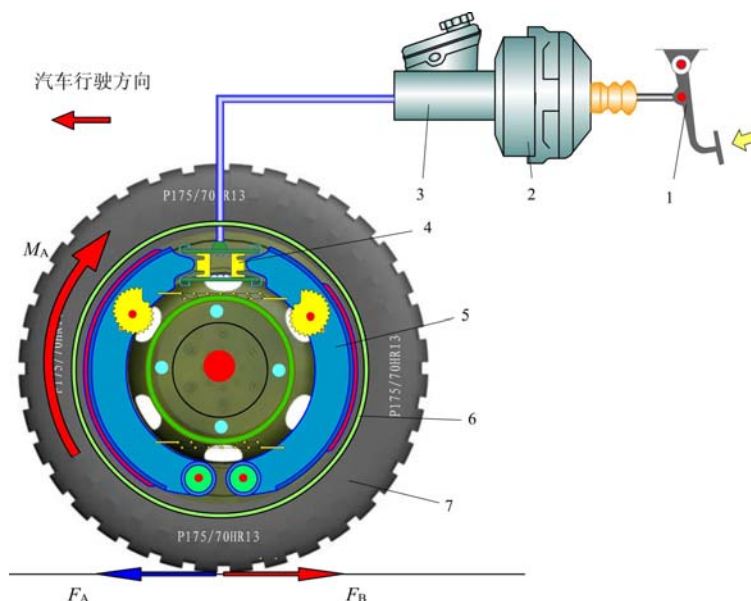


制动系统按照其主要功用可分为行车制动装置、驻车制动装置。行车制动装置主要用于行车制动，驻车制动装置主要用于可靠停车。

1. 制动系统组成及工作原理

制动系统主要由车轮制动器、制动传动装置两部分组成。

制动系统工作原理参见图 3-34，不制动时，制动蹄与制动鼓之间有间隙，制动鼓可随车轮一起自由旋转，制动系统不起制动作用；制动时，踩下制动踏板，通过真空助力器助力，制动主缸产生高压制动液，高压制动液通过管路进入制动轮缸，高压制动液推动轮缸活塞移动，驱动两制动蹄张开，与制动鼓贴合压紧。此时，不旋转的制动蹄对旋转的制动鼓将产生一个摩擦转矩 M_A ，其方向与车轮的旋转方向相反，大小决定于轮缸的张力、摩擦系数和制动鼓及制动蹄的尺寸。制动鼓将该转矩传到车轮后，将车轮抱死，由于车轮与路面间有附着作用，车轮即对路面作用一个向前的周缘力 F_A 。与此相反，路面会给车轮一个向后的反作用力 F_B 。它的大小等于 M_A 与车轮半径之比值，方向与汽车行驶方向相反，这个力就是车轮受到的制动力 F_B 。各轮上制动力的和是汽车受到的总制动力。制动力由车轮经车桥和悬架传给车架及车身，迫使整个汽车产生一定的减速度，直至停车；放松制动踏板，轮缸制动液回到主缸，制动蹄在回位弹簧的作用下向中央收拢，制动蹄与制动鼓的间隙又恢复，因而制动解除。



1—制动踏板；2—真空助力器；3—制动主缸；4—制动轮缸；5—制动蹄；6—制动鼓；7—车轮；

F_A —圆周力； F_B —制动力

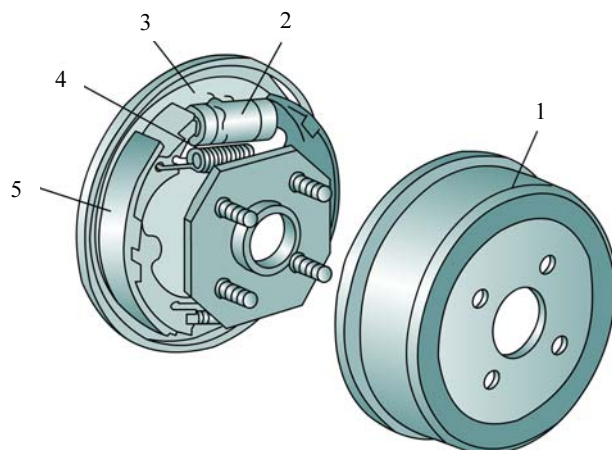
图 3-34 制动系统工作原理简图

2. 车轮制动器

车轮制动器就是一种摩擦制动器，因为旋转元件固装在车轮上，所以称为车轮制动器。汽车上常用的车轮制动器可分为鼓式制动器和盘式制动器两种，它们的区别在于前者摩擦副中的旋转元件为制动鼓，其圆柱面为工作表面，后者的摩擦副中的旋转元件为圆盘状制动盘，其端面为工作表面。

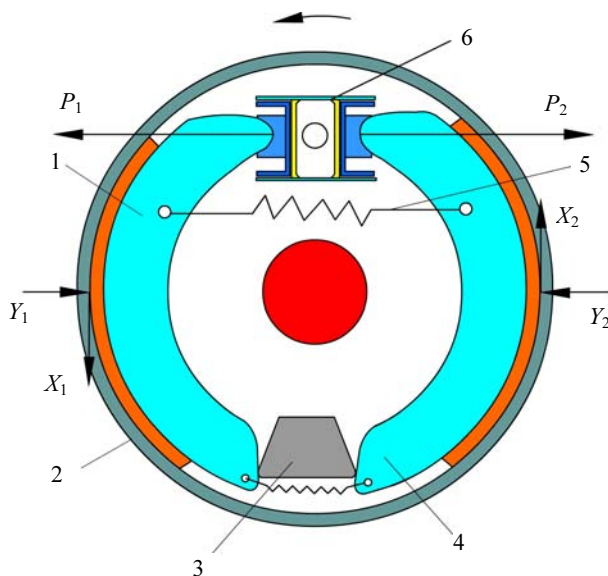


(1) 鼓式车轮制动器。如图 3-35 所示，鼓式车轮制动器由制动鼓、轮缸、制动底板、回位弹簧、制动蹄等组成。工作原理如图 3-36 所示。制动时，制动蹄在张力作用下分别绕下部的顶块向外偏转，直至其摩擦片压紧于制动鼓内圆工作面，蹄鼓接触产生摩擦转矩，在摩擦力的作用下，制动鼓停止旋转，即车轮停止旋转，汽车产生制动。



1—制动鼓；2—轮缸；3—制动底板；4—回位弹簧；5—制动蹄

图 3-35 鼓式车轮制动器



1—前制动蹄；2—制动鼓；3—顶块；4—后制动蹄；5—回位弹簧；6—制动轮缸；

P —液压张力； Y —制动鼓对前制动蹄作用的法向反力； Y_2 —制动鼓对后制动蹄作用的法向反力；

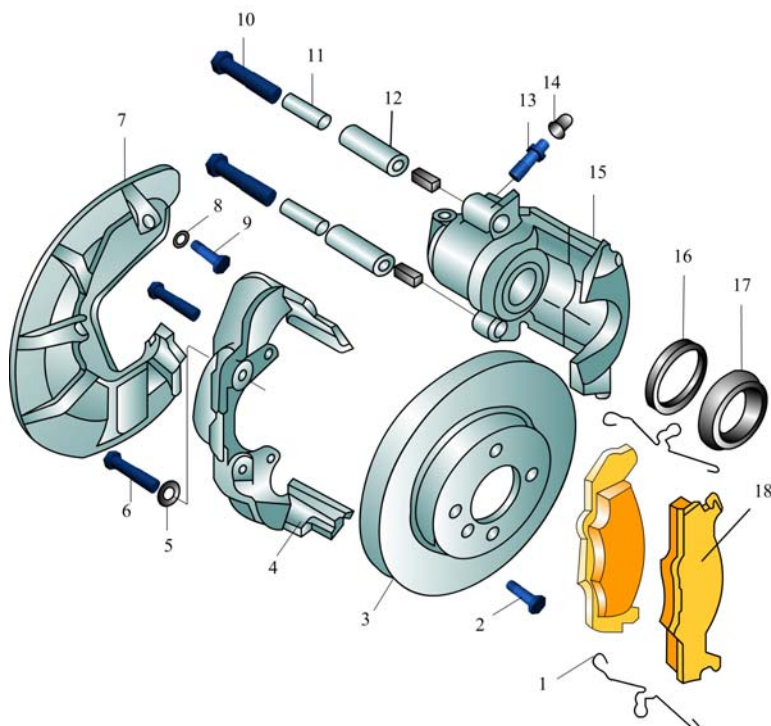
X —前制动蹄所受的摩擦力； X_2 —后制动蹄所受的摩擦力

图 3-36 简单非平衡式制动器受力分析

(2) 盘式车轮制动器。盘式车轮制动器组成如图 3-37 所示。其工作原理如图 3-38 所示，制动时，活塞在液压力 P_1 的作用下将活动摩擦块推向制动盘。与此同时，作用在制动钳上的



反作用力 P_2 推动制动钳沿导向销向右移动, 使固定在制动钳上的固定摩擦块压靠到制动盘上。于是, 制动盘两侧摩擦块在 P_1 和 P_2 的作用下夹紧制动盘, 使之在制动盘上产生与运动方向相反的制动转矩, 促使汽车制动。此时, 轮缸槽中的矩形橡胶密封圈的刃边在活塞摩擦力的作用下产生微量的弹性变形, 放松制动时, 活塞和摩擦块依靠密封圈的弹力回位, 由于摩擦块与制动盘之间的间隙每边只有 0.1mm 左右, 矩形密封圈刃边的微量变形, 就足以保证制动的解除。从上述分析可以看出, 矩形橡胶密封圈除起密封作用外, 同时还起活塞回位的作用, 另外, 密封圈还可以自动调整摩擦块与制动盘之间的间隙, 如果摩擦块与制动盘之间的间隙磨损加大, 制动时密封圈变形达到极限后, 活塞仍可继续移动, 直到摩擦块压紧制动盘为止。解除制动后, 矩形密封圈所能将活塞推回的距离同磨损之前相同, 仍保持标准值。



1—防振弹簧; 2—制动盘固定螺钉; 3—制动盘; 4—制动钳支架; 5—垫圈; 6—制动钳固定螺栓; 7—防溅盘; 8—弹簧垫圈; 9—防溅盘固定螺栓; 10—制动钳固定螺栓; 11—导向销; 12—导向销塑料套; 13—放气螺钉; 14—放气螺钉防尘套; 15—制动钳; 16—活塞密封圈; 17—防尘罩; 18—制动块

图 3-37 盘式车轮制动器组成

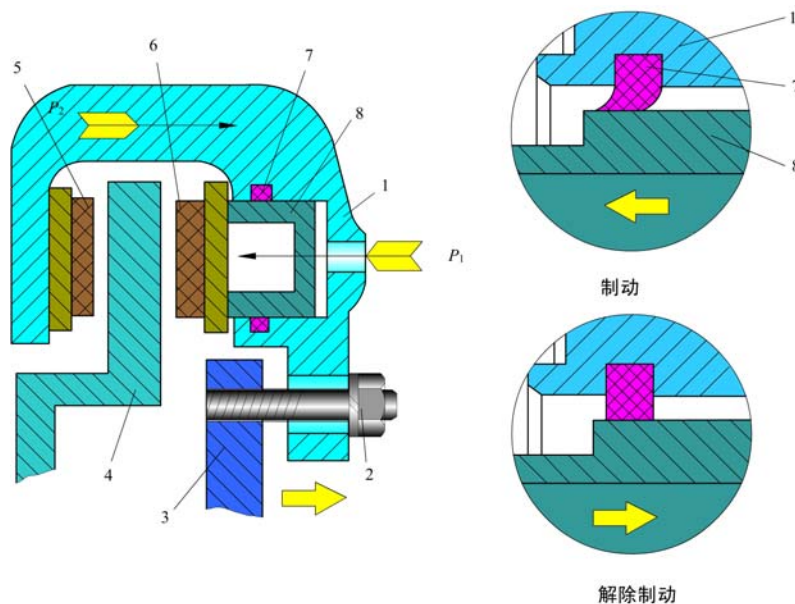
3. 制动传动装置

制动传动装置按其传力介质不同, 可分为液压制动传动装置和气压制动传动装置。现以液压制动传动装置为例介绍其工作原理。

图 3-39 所示为液压制动传动装置示意图。驾驶员通过制动踏板操纵制动系统, 制动踏板通过推杆驱动真空助力器, 真空助力器以发动机进气歧管或单独设的真空泵产生的真空吸力为动力源, 产生一个与制动踏板同向的制动力协助人力进行制动, 制动主缸安装在真空助力器的前面, 里面装有活塞, 它在推力的作用下可将机械能转化为液压能, 现代制动主缸产生两路液压向外输出, 即所谓的双管路制动系统。从制动主缸输出的液压进入前、后制动轮缸, 在轮缸

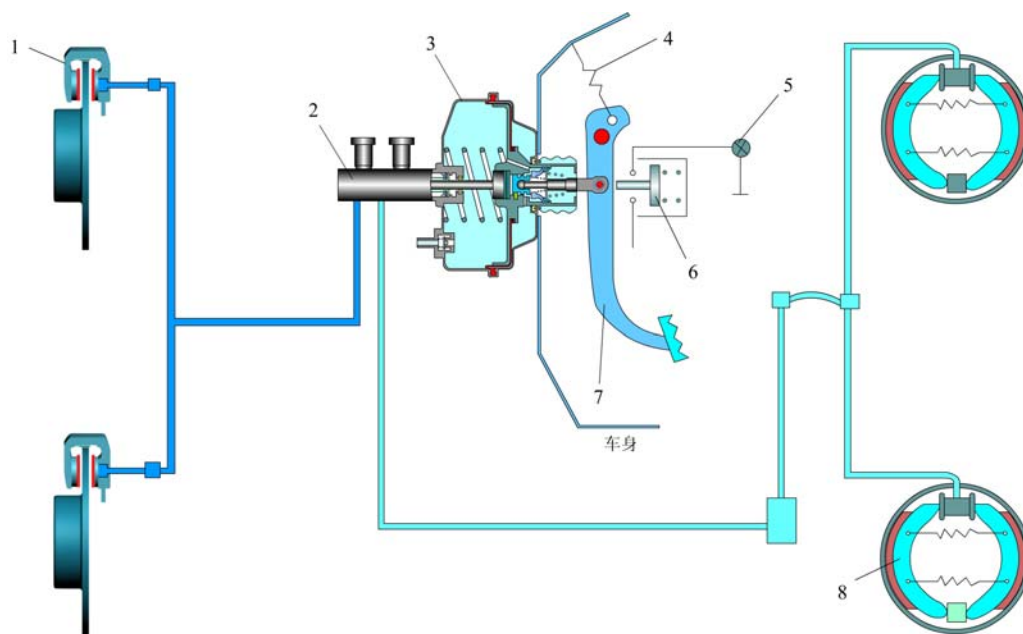


产生的驱动力作用下，车轮制动器产生摩擦转矩使汽车制动。制动主缸和轮缸的相对位置经常变化，故连接油管除用金属管外，部分有相对运动的区段还用高强度橡胶管连接。



1—制动钳；2—导向销；3—制动钳支架；4—制动盘；5—固定制动块；6—活动制动块；
7—密封圈；8—活塞

图 3-38 盘式车轮制动器工作原理



1—前车轮制动器；2—制动主缸；3—真空助力器；4—制动踏板回位弹簧；5—制动灯；6—制动灯开关；
7—制动踏板；8—后车轮制动器

图 3-39 液压制动系统的基本组成



3.3 汽车电气

汽车电气是指汽车上所有的用电设备的总称，它包括电源系统、起动系统、点火系统、照明与信号系统、仪表与报警系统、辅助电气系统等若干个系统。

汽车电气有以下特点：

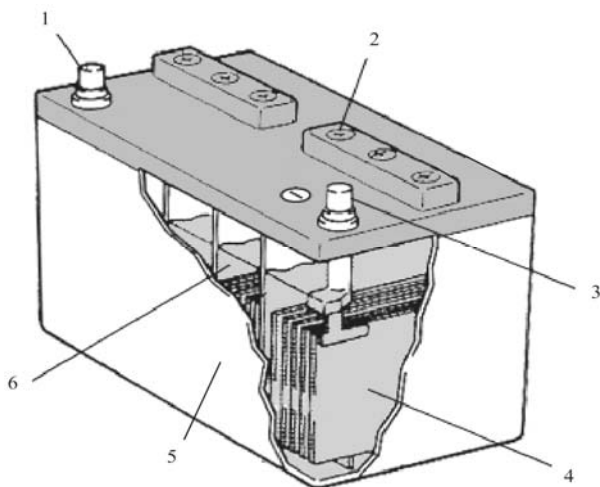
- (1) 低压。汽油发动机汽车普遍采用 12V 电系统，柴油发动机汽车大多数采用 24V 电系统。
- (2) 直流。蓄电池必须使用直流电充电，所以汽车电系统均为直流电系统。
- (3) 单线制。指从电源到用电设备只用一根导线连接，用汽车发动机、底盘等金属机体作为另一根公用导线。但是在特殊情况下，为了保证电气系统（特别是电子控制系统）的工作可靠性，也需采用双线制。

3.3.1 电源系统

汽车电源系统的功用是向整车用电设备提供电能，电源系统主要由蓄电池、交流发电机和调压器组成。

1. 蓄电池

蓄电池一般安装在发动机舱里、驾驶员座位下或车架纵梁外侧。汽车用蓄电池俗称电瓶，根据加工工艺不同可分为普通型、干荷电型和免维护型等。蓄电池构造如图 3-40 所示。



1—正极桩；2—观察孔；3—负极桩；4—极板组；5—壳体；6—电解液

图 3-40 蓄电池的结构

外壳常用工程塑料材料制成，壳内有单格壁将容器隔成互不相通的几个单格，12V 蓄电池有 6 个单格。

极板组是蓄电池的主要部件，它由正极板组（由二氧化铅制成）和负极板组（由纯铅制成）组成。正、负极板组相互插在一起，极板间用隔板隔开。

电解液是蓄电池内部发生化学反应的主要化学物质，是用纯硫酸和蒸馏水按规定比例配制而成，一般密度为 $1.23 \sim 1.3 \text{g/cm}^3$ ，冬季高夏季低。

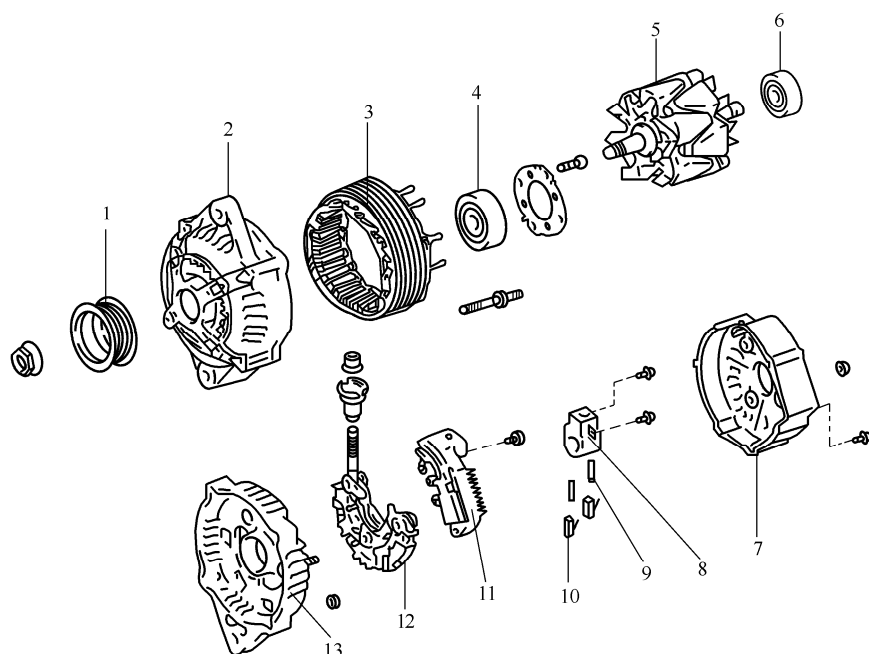


蓄电池极桩用铅锑合金浇铸，极桩分为正极桩和负极桩。正极桩用“+”表示或涂上红颜色；负极桩用“-”表示，涂上蓝色或不涂色。

注液口盖上有通气孔，便于排出蓄电池内的 H_2 和 O_2 气体，以免发生爆炸事故。还可在盖上安装氧过滤器以减少水的消耗。对免维护蓄电池无加液孔全密封，在使用中不用做任何维护，或只需做较少维护。

2. 交流发电机

交流发电机一般安装在发动机前部的侧面，并用螺栓固定在支架上，支架再用螺栓固定在机体上。发电机由发动机通过皮带驱动。图 3-41 所示的交流发电机主要由转子总成、定子总成、整流器、调节器和壳体等组成。



1—带轮；2—前端盖；3—定子；4—前轴承；5—转子；6—后轴承；7—后罩；8—电刷架；9—电刷弹簧；10—电刷；11—IC 调节器；12—整流器；13—后端盖

图 3-41 发电机组成

转子主要由转子铁心、励磁绕组、爪极和滑环组成。

定子由铁心和定子绕组组成，铁心由内圆带槽的环状硅钢片叠成，定子安装在前端盖上。

整流器主要元件是硅二极管，所以又称为硅整流器，它的作用是将发动机发出的交流电变成直流电对外输出。

电刷的作用是将直流电引入励磁绕组。电刷组件由电刷、电刷架和电刷弹簧组成。

前、后端盖均用铝合金铸造而成，前端盖铸有安装臂、调整臂与出风口；后端盖铸有安装臂和进风口，后端盖上还安装有电刷组件与调节器总成。

电压调节器的功能是在发电机转速变化的情况下，将发电机的输出电压控制在规定范围内。



3.3.2 起动系统

起动系统的作用是供给发动机曲轴足够的起动转矩，以便使发动机曲轴达到必需的起动转速，使发动机进入自行运转状态，当发动机进入自行运转状态后，便结束任务立即停止起动工作，现代汽车起动系统主要采用直流电机起动系统。

起动系统由蓄电池、起动机和起动控制电路等组成。

起动系统工作原理示意图如图 3-42 所示。起动时，打开点火开关至起动挡，蓄电池的电流通过点火开关进入起动电磁开关，电磁开关产生电磁吸力，在电磁力的作用下，接通蓄电池与起动机之间的电路，起动机转动，通过飞轮齿圈带动发动机曲轴转动，起动发动机，起动机与曲轴的传动比汽油机一般为 13~17，柴油机一般为 8~10。

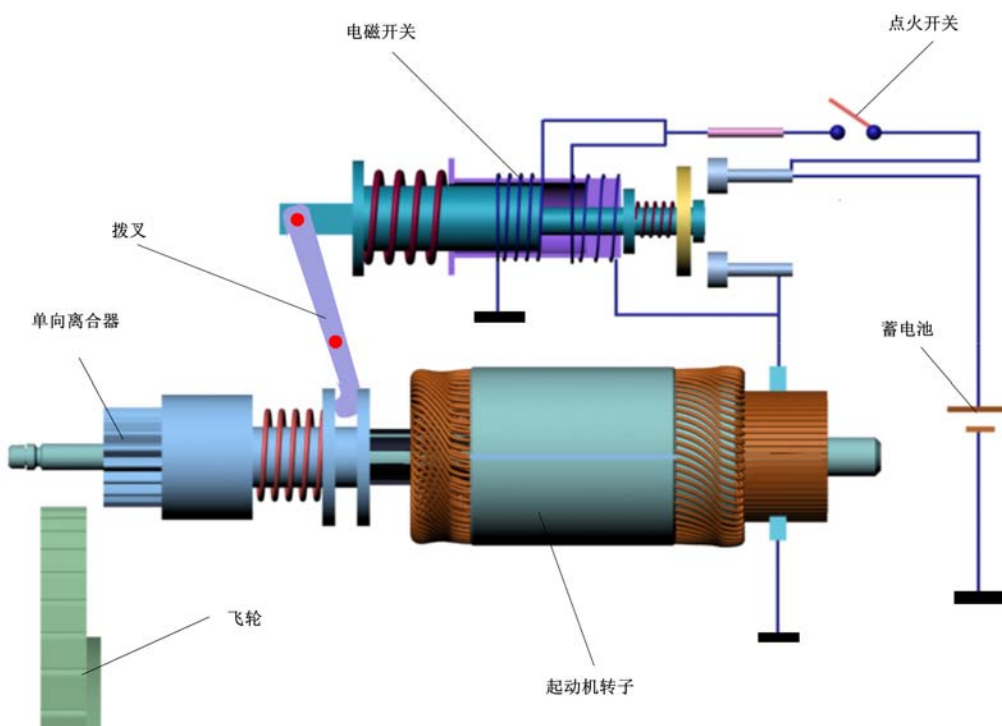


图 3-42 起动系统的工作原理示意图

3.3.3 点火系统

点火系统的作用是使火花塞适时打出电火花，点燃汽缸内的混合气。

1. 点火系统基本原理

点火系统工作原理的示意图如图 3-43 所示，当初级线圈通、断时，将产生约 300V 的自感电动势，由于初级线圈匝数少，次级线圈匝数多，在互感的作用下，次级线圈将产生约 30000V 的高压，在高压的作用下，空气被电离，离子相互撞击产生电火花。

2. 计算机控制的点火系统的组成与工作原理

计算机控制的点火系统的核心元件是电脑 ECU，通常点火电脑和喷油电脑合为一体。如



图 3-44 所示，双缸同时点火系统主要由点火控制组件、火花塞、分缸高压线、微机控制单元 ECU、传感器、蓄电池及点火开关组成。

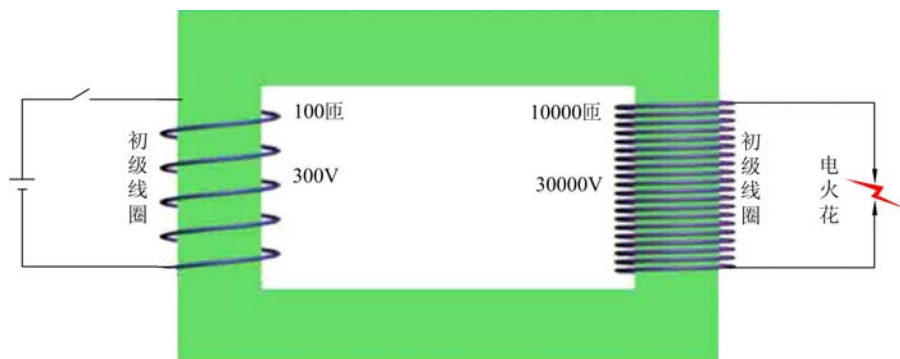


图 3-43 点火系统工作原理示意图

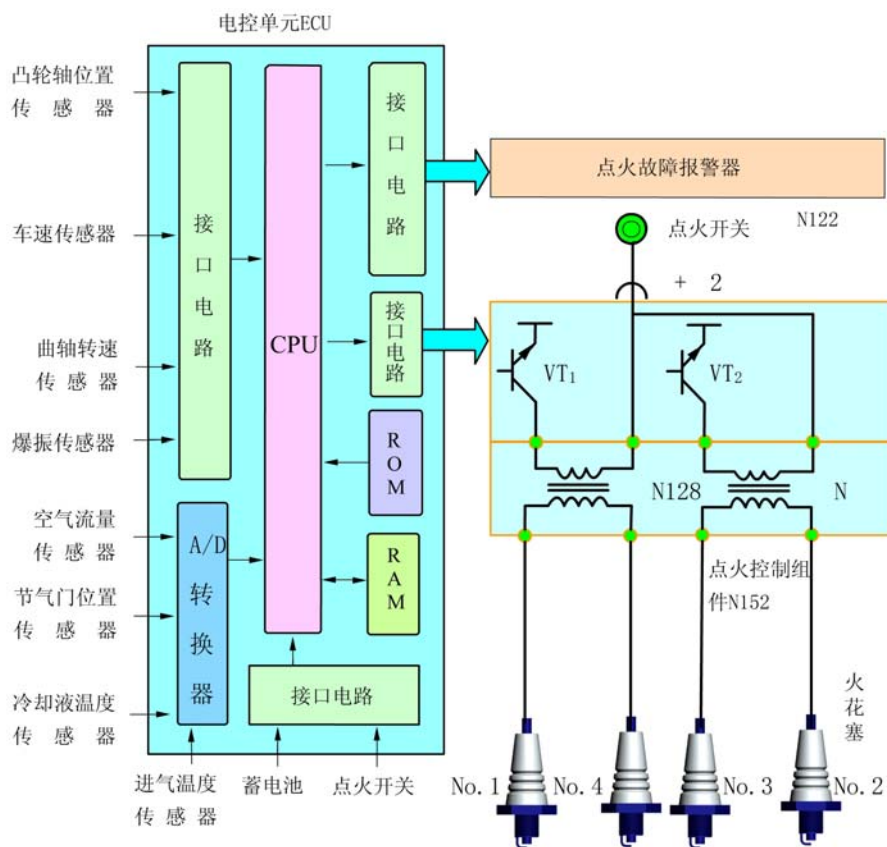


图 3-44 双缸同时点火的点火系统原理

点火控制组件由点火控制器和点火线圈组成，点火控制器是微机控制点火系统的功率输出级，它接收 ECU 输出的点火控制信号并进行功率放大，以便驱动点火线圈工作。凸轮轴位置传感器向 ECU 提供曲轴处于 1 缸压缩上止点前的某一特定位置信号，作为计算曲轴位置的基准信号。曲轴位置传感器向 ECU 提供发动机曲轴转速与转角信号，转速信号用于计算确定



点火提前角，转角信号用来计算具体的点火时刻（即点火开始时刻）。空气流量传感器和节气门位置传感器向 ECU 提供发动机负荷信号，用于计算确定点火提前角。冷却液温度信号、进气温度信号、车速信号及爆震传感器信号等用于修正点火提前角。同时点火方式中，由于点火线圈远离火花塞，所以点火线圈与火花塞之间仍需要高压线连接。

电控单元 ECU 根据各种传感器的信号，与其中存储的数据进行比较、计算，输出点火信号至点火控制组件，通过功率三极管的截止来切断点火线圈的初级电流，使高压电直接加在火花塞电极上。因为一个三极管控制两个点火线圈的初级电流，所以每两个缸同时跳火，称为双缸同时点火。由于点火线圈产生的高压电直接加在火花塞电极上跳火，所以又称为直接点火系统。

双缸同时点火方式是利用一个点火线圈对活塞接近压缩上止点和排气上止点的两个汽缸同时进行点火的高压配电方法。对处于压缩行程上止点汽缸的点火，是有效点火，混合气被引燃而做功。排气行程上止点的汽缸点火后不产生功率，是无效点火。曲轴旋转一转后，两缸所处行程恰好相反。

3.3.4 汽车照明与信号装置

为保证汽车夜间行驶的安全，在汽车上装有多种照明设备，如前照灯、尾灯和牌照灯等，为使其他车辆和行人注意本车的行驶状况，保证车辆和行人的安全，汽车上装备有灯光信号系统和音响信号系统。

1. 汽车前照灯

为确保汽车夜间行驶的安全，要求前照灯能保证汽车前方 100m 以内的路面上得到明亮而均匀的照明，驾驶员能辨明路面上的任何障碍物。随着车速的不断提高，要求车前的照明距离也相应增加。现代汽车要求照明的距离已达到 200~270m，且前照灯应有远、近光变换装置，并且当远光变为近光时，所有远光应能同时熄灭。

前照灯的光学系统由反射镜、配光镜和灯泡 3 部分组成，如图 3-45 所示。反射镜的作用是将灯泡发出的光线聚合并导向前方。配光镜又称散光玻璃，作用是将反射镜反射出的平行光束进行折射，使车前路面和路缘都有良好而均匀的照明。现在汽车上广泛使用了卤素灯泡，这种灯泡尺寸较小，壳体用耐高温、机械强度较高的石英玻璃和硬玻璃制成，充入惰性气体压力较高，掺入的卤素一般为碘或溴。

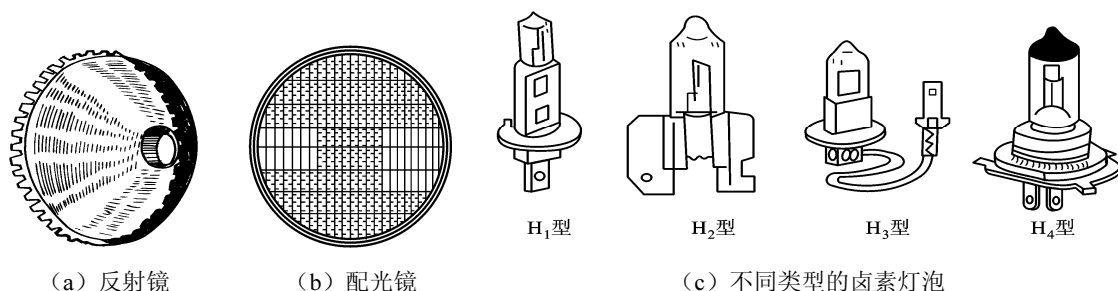


图 3-45 前照灯组成

2. 转向信号装置

为指示车辆的转向方向，汽车上都装有转向信号灯装置。转向信号装置一般由 4 个转向



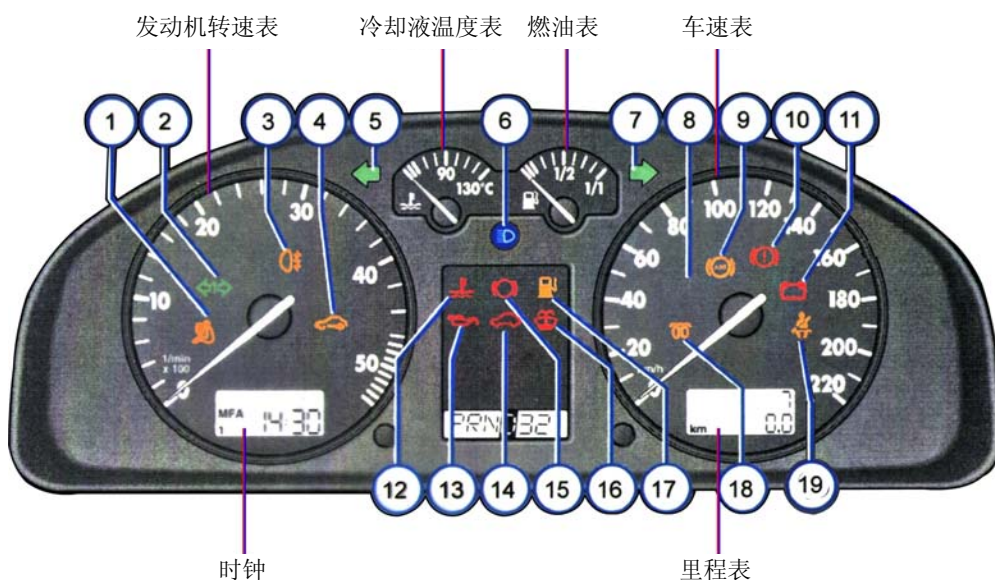
信号灯、两个转向指示灯、转向开关、闪光器等组成。汽车转向时，左边或右边的前、后转向信号灯、左边或右边转向指示灯闪烁，指示车辆的转向方向。目前国内广泛使用的是电子式闪光器，它具有性能稳定、可靠等优点。

3. 喇叭

喇叭的作用是警告行人和其他车辆驾驶员注意安全。按使用能源不同，分电喇叭和气喇叭两种。气喇叭的声响强度和指向性比电喇叭强，并有一定的余韵，有利于山区的安全行车，城市内一般禁止使用。

3.3.5 汽车仪表

随着现代汽车工业和电子技术的发展，汽车仪表显示如汽车车速、发动机转速、燃油量、冷却液温度等众多的汽车运行信息等，同时，在仪表盘上也有如冷却液不足报警灯、机油压力过低报警灯、制动摩擦片磨损极限指示灯等报警灯，这些信息为驾驶员了解汽车的技术状况，正确使用车辆，提供了有力的帮助，图 3-46 所示是一轿车仪表，它可以显示多达 20 多项信息。



1—安全气囊报警灯；2—应急灯；3—后雾灯；4—电子防盗灯；5—左转向指示灯；6—远光指示灯；7—右转向指示灯；8—空位；9—ABS 防抱死指示灯；10—手制动灯；11—充电指示灯；12—冷却液报警灯；13—机油压力报警灯；14—后行李箱盖指示灯；15—制动摩擦片磨损报警灯；16—车窗洗涤液报警灯；17—燃油存量报警灯；18—预热装置（柴油发动机）；19—安全带报警灯

图 3-46 汽车仪表

1. 车速里程表

车速表用于显示汽车的车速，里程表记录汽车的行驶里程。

电子车速里程表如图 3-47 所示，它主要由车速传感器、电子电路、车速表和里程表 4 部分组成，既能指示汽车的行驶速度，又能记录行驶里程，并具有回零功能。

车速表实际上是一个磁电式电流表，当汽车以不同车速行驶时，从电子电路输出的与车



速成正比的电流信号便驱动车速表指针偏转，从而指示相应的车速。在车速表刻度盘上 50~130km/h 的区域有红色标记，表示经济车速。

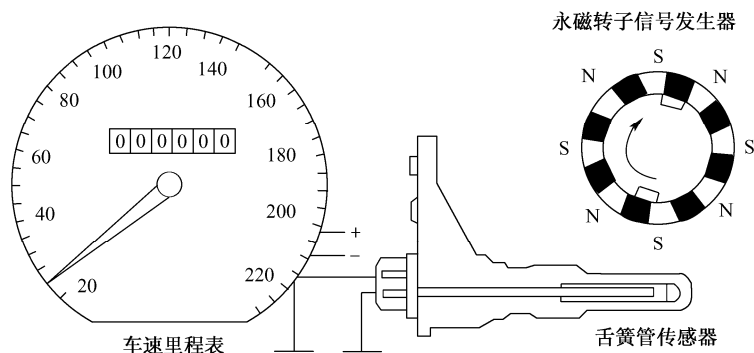
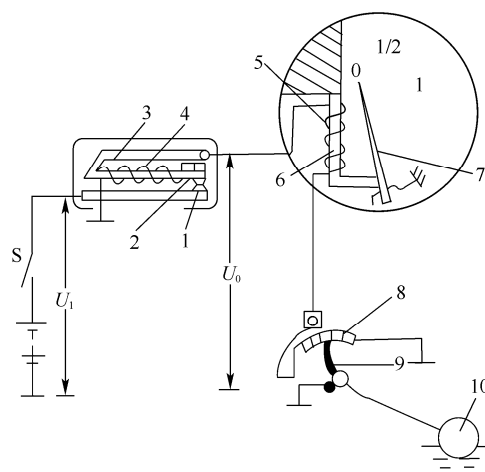


图 3-47 车速里程表

里程表由一个步进电动机及 6 位数字的十进位齿轮计数器组成。步进电动机是一种利用电磁铁的作用原理将脉冲信号转换为线位移或角位移的微型电动机。车速传感器输出的频率信号经过 64 分频后，再经功率放大器放大到具有足够的功率去驱动步进电动机，带动 6 位数字的十进位齿轮计数器工作，从而记录累计里程。

2. 燃油表

燃油表用于指示燃油箱中燃油的数量，双金属式燃油表的工作原理如图 3-48 所示。



1—静触点；2—动触点；3，6—双金属片；4—加热线圈；5—指示表加热线圈；7—指针；
8—传感器电阻；9—滑片；10—浮子

图 3-48 双金属式燃油表

它的指示器为双金属式，从左至右标有 0、1/2、1，分别表示油箱内无油、半箱油和满箱油。传感器为可变电阻式，它由电阻、滑片和浮子组成。浮子随油面的高低起落，从而带动滑片使电阻的阻值随着改变。

接通点火开关，电流从蓄电池“+”极→点火开关→稳压器触点→稳压器双金属片→指示器加热线圈→传感器电阻→滑片→搭铁→蓄电池“-”极，构成回路，燃油表工作。



当油箱中无油时，传感器中的浮子在最低位置，滑片滑至右端，传感器电阻全部串入电路中，流过指示器加热线圈的电流很小，双金属片几乎不变形，指针指在“0”处，表示油箱无油。

油箱油量增加，传感器浮子上升，滑片向左移动，使可变电阻阻值减小，于是流过加热线圈的电流加大，双金属片受热弯曲，带动指针向右偏转，指出油箱的存油量。当油箱满油时，浮子上升至最高位置，滑片滑至最左端，电阻被短路，加热线圈电流达最大值，双金属片变形达最大值，使指针在“1”位置，表示油箱满。

3.4 汽车车身

车身是容纳驾驶员、载运乘客或货物部分的总称，如载运乘员和行李的轿车车身和客车车身、运输货物的货车车身等。当今汽车车身的主体，是将冲压成型后的各种钣金，以焊接为主要连接形式组合而成的一种钢材制件。随着新材料的出现和汽车性能的改进，非金属材料（塑料、橡胶等）在汽车上的比例也在不断上升。

3.4.1 车身类型

车身按照其受力情况可分为非承载式车身、承载式车身和半承载式车身。

1. 非承载式车身

非承载式车身即为有车架的车身，这种形式的车身紧固于车架上，施加于汽车上的力基本上都由车架来承受。由于载荷主要由车架来承受，所以这种车身的支柱一般较细，货车、越野轿车通常采用这种车身。

2. 承载式车身

承载式车身是指没有车架，前、后桥直接安装在车身上，车身直接承受从地面传来的力和动力系统传来的力，这种车身主要采用点焊结构形成一个框架，由于没有车架十分有利于减轻自身质量，并能较合理地布置车身空间，目前的轿车和客车大多数采用这种车身。

3. 半承载式车身

半承载式车身与车架刚性相连，车身也参与了承载，所以称为半承载式车身。

3.4.2 车身的构成

如图 3-49 所示，车身按照部位可分为前段、中段和后段 3 部分。

1. 前段

前段又称为车头部分，包括前保险杠和前围板之间的所有部件，如发动机舱盖、保险杠、进气格栅、水箱支架、前纵梁、前横梁、发动机支座、前翼子板、前悬架塔座等构件。

2. 中段

中段又称为中间部分，包括构成乘员舱的所有车身构件，如地板、车顶、风挡玻璃、车门、A 柱、B 柱及 C 柱等。

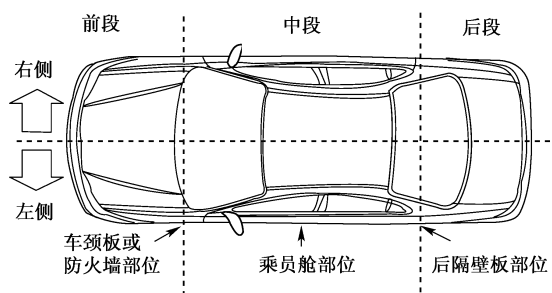


图 3-49 车身的构成



3. 后段

后段又称为尾段或后尾，包括后风挡玻璃到后保险杠之间的所有部件，如后侧围板（后翼子板）、后地板、后纵梁、行李箱盖、后保险杠等构件。

4. 左、右侧

驾驶员坐在驾驶席上，其左手侧为车辆左侧，右手侧为车辆的右侧。

3.4.3 车身板件连接方式

车身板件包括金属板件（又称为钣金件）和塑料板件，一般是通过冲压或模制而成的。一辆汽车用到的板件有很多，通常它们的名称就说明了其位置和主要功能。例如，发动机舱盖是发动机舱上面的盖板，行李箱盖是行李箱上面的盖板，前翼子板是车身前段两侧的板件，车顶板是车辆顶部盖板。

车身板件的连接方式有多种。

（1）焊接、黏接或铆接。这种连接主要用于安装永久固定的静止零件，如纵梁、散热器支架、地板、车顶、立柱和后侧围板等。

（2）用各种紧固件（如螺栓、卡夹等）连接。此种连接方式用于安装可以拆卸的静止零件，如进气格栅、保险杠、车身内饰等零件。

（3）铰接。用于安装可以转动或开闭的零件，如发动机舱盖、行李箱盖及车门等。

3.4.4 承载式车身的结构

承载式车身各部分名称如图 3-50 所示。

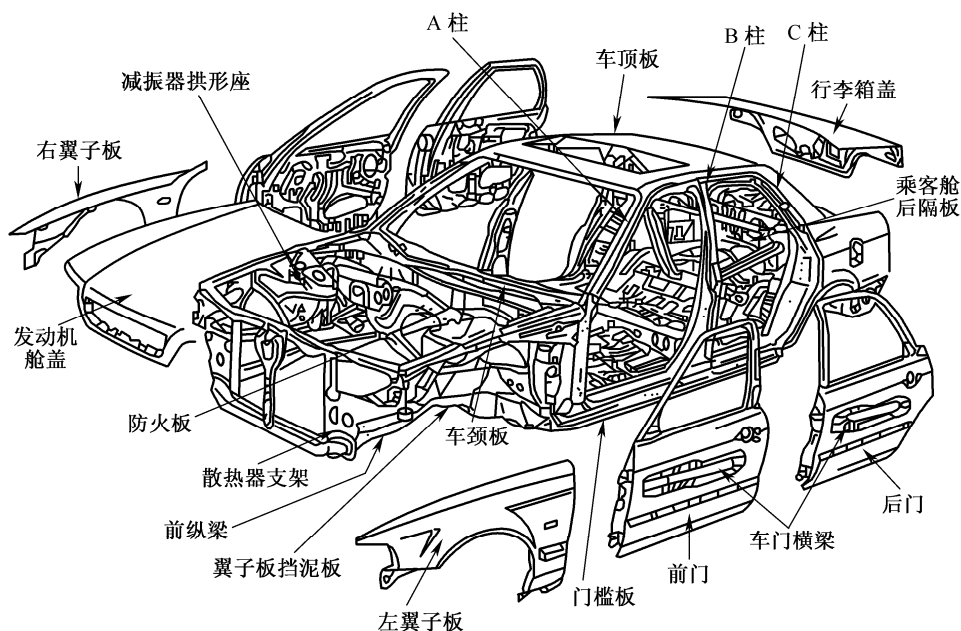


图 3-50 车身各部分名称



本章小结

1. 汽车主要由发动机、底盘、车身和电气设备组成。
2. 发动机是将热能转化成机械能的机器，它是汽车行驶的动力源。按所用燃料不同，分为汽油机和柴油机。汽油机由两大机构五大系统组成，分别为曲柄连杆机构、配气机构、起动系统、点火系统、燃料供给系统、冷却系统和润滑系统。而柴油机缺少点火系统。
3. 底盘由传动系统、行驶系统、转向系统和制动系统四大系统组成。传动系统的作用是将发动机输出的动力传给车轮，行驶系统的作用是接受由发动机传来的转矩，通过车轮使路面产生推动汽车行驶的驱动力，以保证汽车正常行驶；转向系统的作用是操作汽车转向；制动系统的作用是使汽车减速或停车。
4. 车身是容纳驾驶员、载运乘客或货物部分的总称，如载运乘员和行李的轿车车身和客车车身，运输货物的货车车身等。
5. 汽车电气是指汽车上所有的用电设备的总称，它包括电源系统、起动系统、点火系统、照明与信号系统、仪表与报警系统、辅助电气系统等若干个系统。

习题3

一、填空题

1. 活塞向上运动到_____，即活塞离曲轴回转中心最远处称为上止点。
2. 上、下两止点间的距离称为_____。
3. 发动机所有汽缸工作容积之和称为发动机的_____。
4. 四冲程汽油机是指通过_____、_____、_____和_____4个行程完成一个工作循环。
5. 汽油机进气行程吸进的是_____，而柴油机进气行程吸进的是_____。
6. 曲柄连杆机构由_____、_____和_____3组组成。
7. 配气机构由_____和_____两组组成。
8. 汽油电控喷射系统由_____、_____和_____3个子系统组成。
9. 热膜式空气流量的主要作用是_____。
10. 冷却系统主要由_____、_____、_____、_____和_____等组成。
11. 润滑系统的5个作用是_____、_____、_____、_____和_____。
12. 传动系统由_____、_____、_____、_____和_____等组成。
13. _____是车架与车桥之间连接、传力装置的总称。
14. 汽车的转向系统按转向能源的不同，分为_____和_____两大类。
15. _____的功用是使汽车减速、在最短距离停车、在坡道上停放等。
16. 汽车电气是指汽车上所有的用电设备的总称，它包括_____、_____、_____、_____和_____等若干个系统。
17. 起动系统由_____、_____和_____等组成。



18. 点火系统的作用是使火花塞适时打出电火花，点燃汽缸内的_____。
19. 车身按照其受力情况可分为_____、_____和_____3种形式。

二、简答题

1. 简述四冲程汽油机的工作原理。
2. 简述配气机构的工作原理。
3. 简述汽油电控燃油喷射系统的工作原理。
4. 简述冷却系统大循环的工作过程。
5. 简述润滑系统的工作过程。
6. 简述离合器的工作原理。
7. 简述机械转向系统的工作原理。
8. 简述制动系统的工作原理。
9. 简述起动系统的工作原理。
10. 简述点火系统的工作原理。