

第 12 章 汽车底盘的基本知识

教学提示：底盘是汽车的基体。底盘可分为四个部分：传动系统、行驶系统、转向系统与制动系统。本章主要介绍底盘的组成、汽车的布置形式、汽车行驶的工作原理和汽车的主要性能。

教学目标：要求学生重点掌握汽车传动系统的布置特点，汽车驱动和制动的工作原理等。

12.1 概 述

汽车底盘的作用是支承、安装汽车发动机和汽车各部件、总成，构成汽车整体；将发动机传来的动力，经减速增矩后传给驱动车轮，驱动车辆前进。底盘上设置有转向控制、制动控制及减振缓冲等装置确保车辆正常行驶。汽车底盘由传动系统、行驶系统、转向系统和制动系统四个部分组成，如图 12.1 所示。

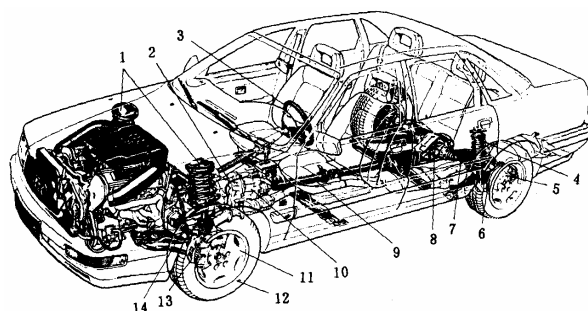


图 12.1 汽车底盘的组成

1—前悬架 2—离合器 3—转向盘 4—后悬架 5—后轮毂 6—后制动器 7—后桥
8—差速器与主减速器 9—传动轴 10—变速器 11—车轮 12—轮胎 13—前制动器 14—前桥

汽车的传动系统是汽车发动机与驱动轮之间动力传递装置的总称。它能根据需要将动力平稳接合并传递或迅速彻底地分离动力；能满足汽车倒车和必要时左、右驱动车轮差速转动的要求；且应保证在各种行驶条件下提供必需的牵引力、车速，使汽车有良好的动力性和燃油经济性。传动系统包括离合器、变速器、方向传动装置、主减速器、差速器等部分。

汽车行驶系统接受发动机经传动系统传来的转矩，并通过驱动轮与路面间附着作用，产生汽车牵引力，保证汽车正常行驶；尽可能缓和在不平路面对车身造成的冲击和振动，保证汽车行驶的平顺性；并且与汽车转向系统配合，不对汽车转向带来影响，保证汽车的操纵稳定性。行驶系统包括：车架、车桥、车轮和悬架等部分。

汽车转向系统是用来保持或者改变汽车行驶方向的机构。汽车转向时，要保证各转向轮之间有协调的转角关系。驾驶员通过操纵转向系统，使汽车保持在直线或转向的运动状态，或者使这两种运动状态互相转换。转向系统包括：转向盘、转向轴、转向器、转向直

拉杆、转向梯形、转向节等部分。

制动系统是汽车装设的全部制动和减速系统的总称，其功能是使行驶中的汽车减速或停车以及实现可靠驻车。制动系统包括前后制动器、控制装置、供能装置和传动装置。

12.2 汽车的布置形式

汽车发动机的动力是经过传动系统传给驱动车轮的。汽车布置形式反映发动机、驱动桥和车身的相互关系，对汽车的使用性能也有很重要的影响。

常见的汽车布置形式有发动机前置后轮驱动、发动机后置后轮驱动、发动机前置前轮驱动和全轮驱动等形式。

1) 发动机前置后轮驱动(FR 方式)

这是一种传统的布置形式(如图 12.2 所示)，是将发动机、离合器、变速器等构成的整体置于汽车前部，驱动桥置于汽车后部。国内外的大多数货车、部分轿车和部分客车都采用这种形式。这种布置形式是前轮转向后轮驱动，发动机输出动力通过离合器—变速器—传动轴输送到驱动桥，经减速增矩后传给左、右半轴，驱动后轮使汽车运行。前后轮各行其职，转向与驱动分开，负荷分布比较均匀。

2) 发动机后置后轮驱动(RR 方式)

在大型客车上多采用这种布置形式，少量微型、轻型轿车也有采用这种形式的。发动机后置，使前轴不易过载，并能更充分地利用车箱面积，还可有效地降低车身地板的高度或充分利用汽车中部地板下的空间安置行李，也有利于减轻发动机的高温和噪声对驾驶员的影响。缺点是发动机散热条件差，行驶中的某些故障不易被驾驶员察觉。远距离操纵使操纵机构变得复杂、维修调整不便。由于优点较为突出，这种布置形式在大型客车上应用越来越多。

3) 发动机前置前轮驱动(FF 方式)

这种布置形式是将发动机、离合器、变速器等构成的整体置于汽车前部，驱动桥也置于汽车前部，简称为前置前驱，如图 12.3 所示。其优点是发动机和动力传动系统布置紧凑；由于省掉了传动轴，可使地板低而平；前轴的负荷大，有不足转向特性，整车的操纵稳定性好；易于向客货两用车变型。现在大多数轿车采取这种布置形式。但上坡时驱动轮的附着力减小、易打滑；前轮驱动兼转向使得结构复杂；轮胎易磨损；当后座无乘客制动时，后轮易抱死。

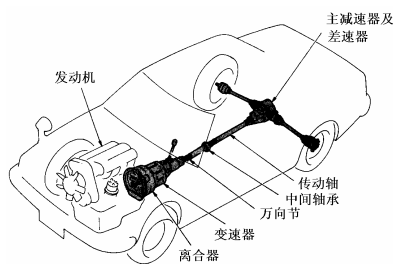


图 12.2 发动机前置后轮驱动形式

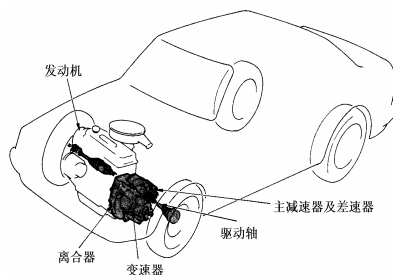


图 12.3 发动机前置前轮驱动形式

4) 全轮驱动(nWR 方式)

越野汽车一般为发动机前置，在变速箱后面装有分动器将动力传递到全部车轮上，形

成全轮驱动。目前,轻型越野汽车普遍采用 4×4 驱动形式(见图 12.4),中型越野汽车采用 4×4 或 6×6 驱动形式;重型越野汽车一般采用 6×6 或 8×8 驱动形式。

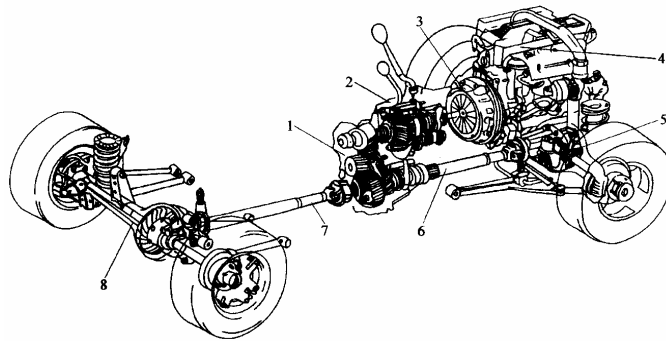


图 12.4 四轮驱动形式

1—分动器 2—变速器 3—离合器 4—发动机 5—前驱动桥
6—前万向传动装置 7—后万向传动装置 8—后驱动桥

12.3 汽车的基本原理

12.3.1 汽车行驶的原理

1. 行驶驱动力与阻力

汽车要运动,并以一定的速度行驶,必须由外界沿汽车行驶方向施加一个驱动力,用以克服汽车行驶中所受到的各种阻力。

1) 驱动力 F_t

是由发动机的转矩经传动系统传至驱动轮得到的。汽车发动机产生的有效转矩 T_e ,经汽车传动系统传到驱动轮上,在驱动轮上作用转矩 T_t ,从而产生对地面的一个圆周力 F_0 ,与此同时,引起地面对驱动轮产生一个与汽车行驶方向一致的切向反作用力 F_t ,此切向反作用力即为汽车的驱动力 F_t 。如图 12.5 所示。

2) 汽车的行驶阻力

汽车在道路上行驶时一般有滚动阻力、空气阻力、坡道阻力和加速阻力四种。

(1) 滚动阻力 F_f : 滚动阻力是当车轮在路面上滚动时,由于两者间的相互作用力和相应变形所引起的能量损失的总称。当汽车在硬路面上行驶时,车轮滚动,轮胎圆周的各个部分被不断地压缩、变形,然后又不断地恢复变形。在这个变形过程中,橡胶分子之间发生摩擦,伴随摩擦而发热,且向大气散发。使轮胎变形所做的功不能全部回收,从而消耗了汽车的输出功率。这部分功率损失称为轮胎的弹性迟滞损失。当汽车在软路面上行驶时,其滚动阻力则来自松软路面变形和轮胎弹性变形的迟滞损失。

(2) 空气阻力 F_w : 汽车是在空气介质中行驶的,汽车相对于空气运动时,空气作用力在行驶方向上的分力称为空气阻力。空气阻力分为摩擦阻力与压力阻力两部分。摩擦阻力

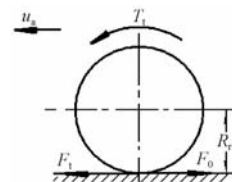


图 12.5 汽车的驱动力

是由于空气的黏性在车身表面产生的切向力的合力在行驶方向的分力。摩擦阻力与车身表面质量及表面有关, 约占空气阻力的 8%~10%。压力阻力是作用在汽车外形表面上的法向压力的合力在行驶方向的分力。压力阻力中的形状阻力占主要部分, 所以车身主体形状是影响空气阻力的主要因素, 改进车身流线型体是减少空气阻力的有效途径。

(3) 坡道阻力 F_i : 汽车在纵向坡道上坡行驶时, 汽车质量产生与地面平行的分力, 其分力方向与汽车行驶方向相反, 即形成汽车的上坡阻力。汽车的上坡阻力与坡度值成正比。

(4) 加速阻力 F_j : 汽车加速行驶时, 需要克服其质量加速运动时的惯性力, 就是加速阻力。汽车的质量分为平移质量和旋转质量两部分。加速时, 不仅要克服汽车平移质量在加速过程中产生的惯性力, 同时还要克服旋转质量产生的惯性力偶矩。

2. 汽车的行驶方程式

汽车行驶时, 必须满足驱动和附着条件, 即汽车的驱动力应与阻力相平衡, 由此得到汽车行驶方程式:

$$F_t = F_f + F_i + F_w + F_j$$

上述各阻力中, 滚动阻力和空气阻力始终作用于行驶的汽车上, 坡度阻力和加速阻力仅在相应行驶条件下存在。在水平道路上等速行驶时就没有坡度阻力和加速阻力。汽车下坡时, F_i 为负值, 这时汽车重力沿路面方向的分力已不是汽车的行驶阻力, 而是动力。汽车减速行驶时, 惯性作用力是使汽车前进的力, 此时 F_j 也为负值。

3. 汽车行驶的条件

为保证汽车在道路上正常行驶, 必须具有克服各种行驶阻力的足够驱动力, 这就是汽车的驱动条件; 使汽车驱动轮与路面不产生滑动与滑移的条件, 称为汽车行驶的附着条件。

(1) 汽车行驶的驱动条件 即汽车驱动力大于滚动阻力、空气阻力、上坡阻力之和时, 汽车加速行驶; 驱动力等于上述阻力之和, 汽车等速行驶; 小于上述阻力, 汽车减速行驶直至停车。

汽车的驱动条件可写成:

$$F_t \geq F_f + F_w + F_i$$

(2) 汽车行驶的附着条件 通常把轮胎不滑转时, 地面对车轮的最大切向反作用力的极限值, 称为附着力 F_ϕ 。使附着力大于或等于最大驱动力, 这就是汽车行驶的附着条件。

汽车的附着条件可写成:

$$F_t \leq F_\phi$$

式中: $F_\phi = F_z \phi$, ϕ 称为附着系数, 它是由路面和轮胎决定的; F_z 为驱动轮法向反作用力。

12.3.2 汽车制动的原理

汽车制动是汽车行驶状态的一种重要方式。汽车制动性能好是汽车行驶安全的基本要求。制动方式有两种: 一是使汽车减速, 直至停车; 二是保持其静止状态不变。前者通常称为行车制动, 后者一般称为驻车制动。

使汽车减速直至停车的外力, 称为汽车的制动力。它来自空气和地面作用。空气阻力有一定作用, 要使汽车迅速减速, 实际外力主要由地面提供, 也就是在车轮制动时, 路面

对车轮的切向反作用力。

图 12.6 表示制动时车轮受到的力。其中 W 为轴上负荷, F_P 为车轴对车轮的推力, F_z 为地面法向反力。当汽车制动时, 汽车上不旋转的制动部件对旋转的车轮作用一个与车轮旋转方向相反的摩擦力矩 M_μ , 车轮给地面一个向前的切向作用力, 地面给车轮一个向后的反作用力 F_B 。

F_B 是使汽车减速以至停止的作用力即地面制动力。其值取决于制动器内制动蹄摩擦片与制动鼓间的摩擦力, 以及轮胎与地面间的摩擦力, 即附着力。地面制动力 F_B 决定于地面的状况, 它最大不可能超过地面附着力。因此, 除了要求制动器产生足够大的制动力, 还要求地面提供高的附着力(即路面状态好), 才能产生足够的地面制动力, 取得好的制动效能。汽车在有水的路面, 在泥泞、冰雪路面制动性能会大受影响, 原因即在于此。另外, 附着力还与车轮的运动状态有关。为了提高汽车的制动效能, 在许多汽车上采用了防抱死装置(ABS)。

行驶于矿山或山区公路上的汽车由于经常要下长坡, 汽车会在本身重力作用下使车速不断加速, 应对汽车制动, 控制汽车车速; 此外, 经常在行车密度很高、交通情况复杂的城市街道上行驶的汽车(如市内公共汽车), 为避免交通事故, 需要进行频繁的不同强度的制动。这时, 单靠行车制动系统难以完成这样的制动任务。因为制动器长时间频繁地工作将使其温度大大增高, 以致制动效能衰退甚至完全失效, 故在这种行驶条件下工作的汽车, 有必要增设辅助制动系统。辅助制动系统的作用是在不使用或少使用行车制动系统的条件下, 使车辆速度降低或保持稳定, 但不能将车辆紧急制停, 这种作用称为缓速作用。用以产生制动力矩从而对车辆起缓速作用的部件, 称为缓速器。

驻车制动器用于保证停车的稳定与可靠, 防止车辆滑移。

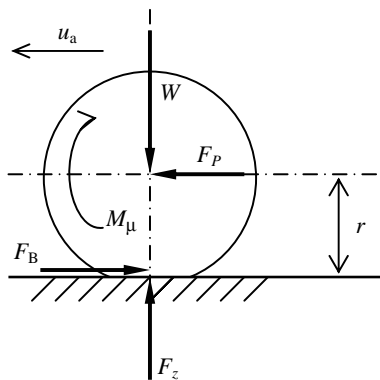


图 12.6 车轮制动时的受力

12.4 汽车的主要性能

汽车的性能是指汽车能适应各种使用条件而发挥最大工作效率的能力。主要性能有：动力性、燃料经济性、制动性、操纵稳定性、舒适性和通过性。

12.4.1 汽车的动力性

汽车是一种高效率的运输工具, 其运输效率的高低在很大程度上取决于汽车的动力性。汽车的动力性是汽车各种性能中最基本、最重要的性能。汽车的动力性是指汽车在良好路面上直线行驶时, 由纵向外力决定的、所能达到的平均行驶速度。汽车平均行驶速度是评价汽车动力性的总指标, 从这一观点出发, 汽车的动力性主要由以下三方面的指标来评定。

(1) 汽车的最高车速。指汽车满载时在良好水平路面上能达到的最高行驶速度。

(2) 汽车的加速时间。汽车的加速时间表示汽车的加速能力, 它对平均行驶车速有着很大影响。常用原地起步加速时间与超车加速时间来表明汽车的加速能力。原地起步加速

时间指汽车由 I 挡或 II 挡起步,并以最大的加速强度(包括选择恰当的换挡时机)逐步换至最高挡后到某一预定的距离或车速所需的时间。轿车常用 0~100km/h 所需的时间来表明加速能力。也有用加速过程曲线即,车速-时间关系曲线全面反映加速能力的。

(3) 汽车的上坡能力。上坡能力用汽车满载时以最低挡位在坚硬路面上等速行驶所能克服的最大坡度来表示,称为最大爬坡度。它表示汽车最大牵引力的大小。

不同类型的汽车对上述三项指标要求各有不同。轿车与客车偏重于最高车速和加速能力,载重汽车和越野汽车对最大爬坡度要求较严。但不论何种汽车,为在公路上能正常行驶,必须具备一定的平均速度和加速能力。

12.4.2 汽车的燃料经济性

为降低汽车运输成本,要求汽车以最少的燃料消耗,完成尽量多的运输量。汽车以最少的燃料消耗量完成单位运输工作量的能力,称为燃料经济性。我国和欧洲通用指标是汽车行驶 100km 耗用的燃油升数(L/100km)。数值越高,燃料经济性越低。美国常用单位燃料的行驶里程表示汽车燃料经济性(MPG 或 mile/usgal,即每加仑的英里数)。数字越大,经济性越好。

12.4.3 汽车的制动性

汽车具有良好的制动性是安全行驶的保证,也是汽车动力性得以很好发挥的前提。汽车制动性有下述三方面的内容:

(1) 制动效能。

汽车迅速减速直至停车的能力。常用制动过程中的制动时间、制动减速度和制动距离来评价。汽车的制动效能除和汽车技术状况有关外,还与汽车制动时的速度以及轮胎和路面的情况有关。

(2) 制动效能的恒定性。

制动器反复使用时,制动器因吸收大量能量而变热,长途高速行驶和连续下长坡时,制动器温度可能很高,在高温下制动器效能下降的现象称为热衰退。

汽车涉水之后制动摩擦面因进水而降低制动效能的现象称为水衰退。

(3) 制动时汽车方向稳定性。

是指汽车在制动过程中不发生跑偏、侧滑和失去转向的能力。当左右侧制动动力不一样时,容易发生跑偏;当车轮“抱死”时,易发生侧滑或者失去转向能力。为防止上述现象发生,现代汽车设有电子防抱死装置,防止紧急制动时车轮抱死而发生危险。

12.4.4 汽车的操纵稳定性

汽车的操纵稳定性是指在驾驶者不感到过分紧张、疲劳的条件下,汽车能遵循驾驶者通过转向系统及转向车轮给定的方向行驶,且当遭遇到外界干扰时,汽车能抵抗干扰而保持稳定行驶的能力。汽车的操纵稳定性是人-车的系统问题,即操纵的指令是人(驾驶员)发出的,由汽车的转向系统做出响应;另一方面,人又要根据道路、交通的状况做出分析、判断,不断修正指令(对转向盘的修正操作)。因此是一个相互作用的复杂系统。汽车的操纵稳定性包括汽车的操纵性和稳定性两方面的内容。

汽车的操纵性是指汽车对驾驶员转向指令的响应能力，直接影响到行车安全。轮胎的气压和弹性，悬架装置的刚度以及汽车重心的位置都对该性能有重要影响。

汽车的稳定性是指汽车抵抗外力而保持原运动平衡状态或达到新平衡状态的能力。汽车行驶稳定性包括侧向稳定性和纵向稳定性。对于汽车来说，侧向稳定性尤为重要。当汽车在横向坡道上行驶、转弯以及受其他侧向力时，容易发生侧滑或者侧翻。汽车重心的高度越低，稳定性越好。合适的前轮定位角度使汽车具有自动回正和保持直线行驶的能力，提高了汽车直线行驶的稳定性。如果装载超高、超载，转弯时车速过快，横向坡道角过大以及偏载等，容易造成汽车侧滑及侧翻。

12.4.5 舒适性

汽车的舒适性包含人的视觉和感觉两方面，都属主观感觉的范畴。这种主观感受反映在个体上差异极大，目前衡量汽车舒适性的最基本要求是行驶平顺性。它主要是指车辆振动对乘员造成的不舒适和疲惫的感觉。

行驶平顺性的评价方法，一般是根据振动对人体的生理反应影响制定的，并以表征振动的物理量，如频率、振幅、位移、加速度等作为评价指标。最简单且常用的指标是按照车身振动的频率制定的，它取决于悬架机构性能。

12.4.6 汽车的通过性

汽车在一定的装载质量下能以较高的平均速度通过各种坏路及无路地带和克服各种障碍物的能力，称之为汽车的通过性。各种汽车的通过能力是不一样的。轿车和客车由于经常在较好的道路条件下行驶，通过能力就差。而越野汽车、军用车辆、自卸汽车和载货汽车就必须有较强的通过能力。

汽车的通过性主要取决于汽车的几何参数与支承牵引参数。主要几何参数有最小离地间隙、接近角与离去角、纵向通过半径、最小转弯半径、车轮半径等；支承与牵引参数有车轮对地面的单位压力、最大动力因素和相对附着质量等。

思 考 题

1. 底盘主要包括哪些系统？各大系统的功用是什么？
2. 汽车传动系统有哪几种类型？各有什么特点？
3. 叙述汽车行驶的工作原理。
4. 汽车的主要性能有哪些？