



# 汽车底盘机械 结构与原理

## 篇首语

是谁承载着我们的安全？是谁消减了路面的颠簸？  
是谁引导着前进的路线？是谁传递着行进的力量？

辛苦了……

我的朋友——汽车底盘。



# 目 录

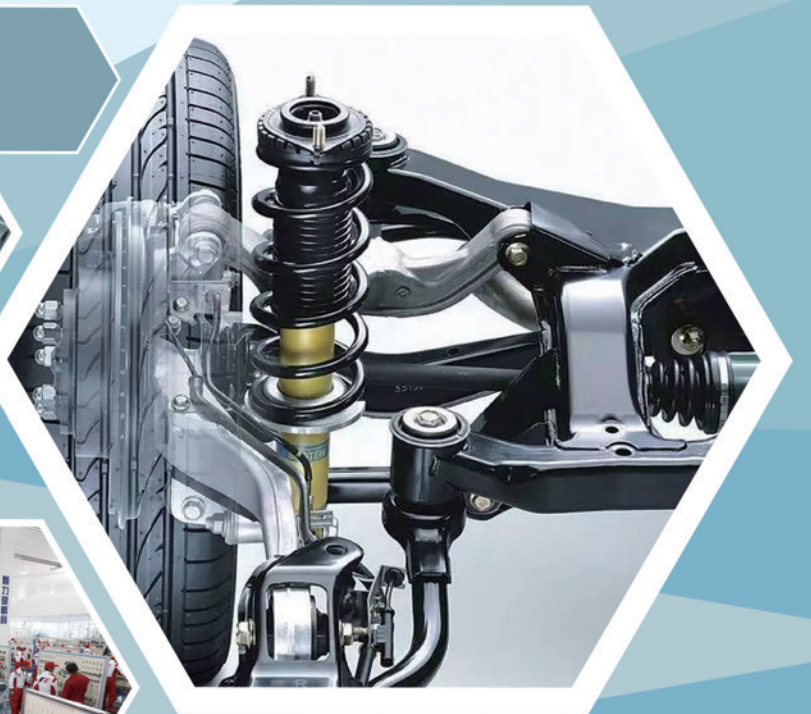
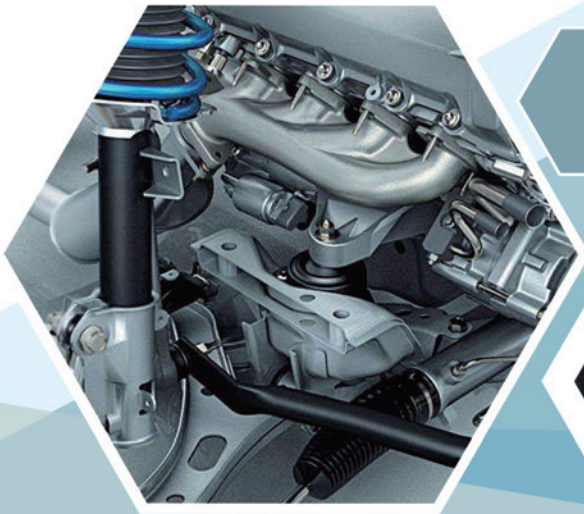
第一章 概述	1
第二章 传动系统	4
第一节 概述	5
第二节 离合器	8
第三节 手动变速器	15
第四节 万向传动装置	27
第五节 驱动桥	35
第六节 传动系的维护与保养	45
第三章 行驶系统	56
第一节 概述	57
第二节 车架	59
第三节 悬架	61
第四节 车桥	81
第五节 车轮和轮胎	85
第六节 行驶系的维护	93

# 目 录

第四章 转向系统	104
第一节 概述	105
第二节 转向器	107
第三节 转向操纵系统	109
第四节 转向传动机构	111
第五节 动力转向系统	115
第六节 转向系统的维护操作	121
第五章 制动系统	124
第一节 概述	125
第二节 行车制动系统	127
第三节 驻车制动器	141
第四节 制动系的维护与保养	145

# 第 1 章

## 概 述



1. 了解汽车底盘基本结构及各部分基本功能

现代汽车虽然种类繁多，但以内燃机为动力装置的汽车而言，它的构造和组成基本都是一样的。都是由发动机、底盘、车身、电气系统四大部分组成。自上个世纪 50 年代后，各类汽车基本已经定型，总体结构除了布置方式有所差别，但结构组成都基本一致。作为专业的汽修从业人员，必须了解这一点，熟知汽车的结构和组成。

汽车底盘的作用是支撑、安装汽车发动机及其各部件、总成，形成汽车的整体。并接受发动机的动力，是汽车产生运动，保证汽车的正常行驶。汽车底盘性能的优劣可以直接影响汽车的行驶性能和稳定性能。汽车底盘由传动系、行驶系、转向系、制动系等四部分组成。如图 1-1-1。

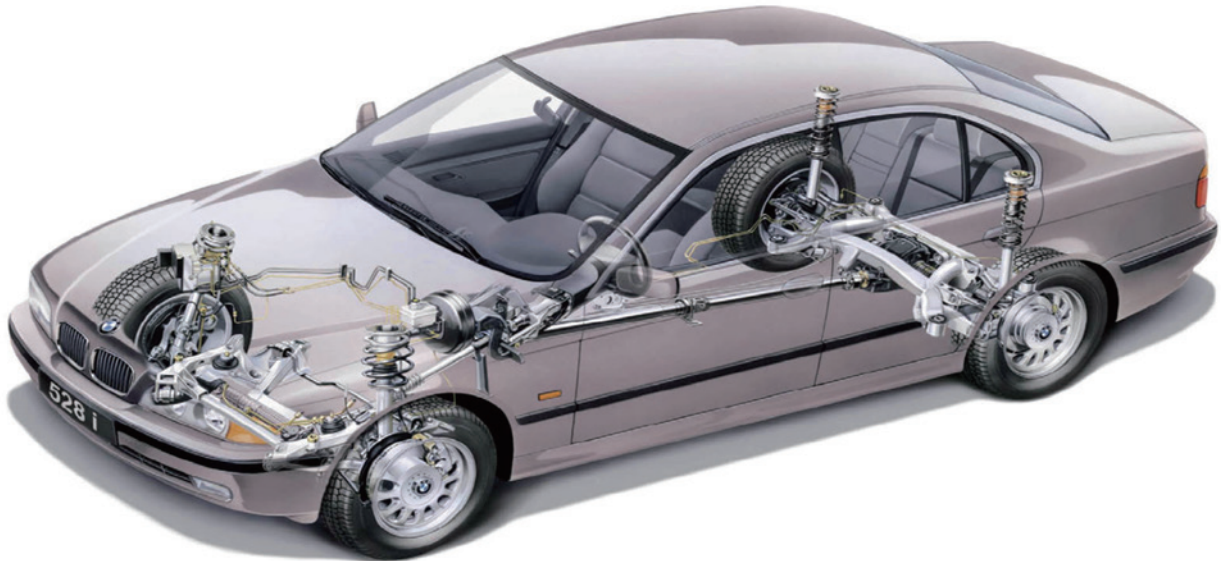


图 1-1-1 汽车底盘

### 一、传动系统（如图 1-1-2）

汽车传动系连接发动机和驱动轮，传递动力，传动系的作用是将发动机的动力经过变速、变距、变向之后，传给驱动车轮，产生驱动力，还可以切断动力传递，能保证汽车在各种工况下的这正常行驶，并具有良好的动力性和经济性。

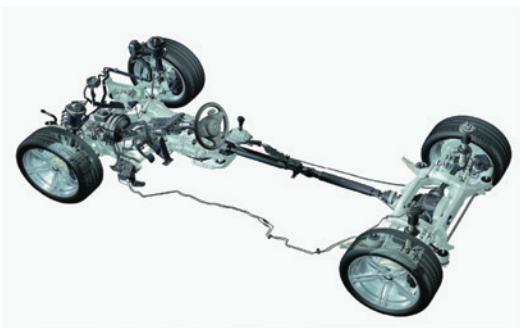


图 1-1-2 传动系统

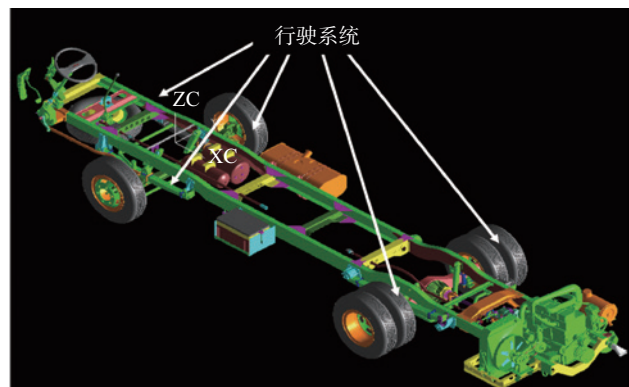


图 1-1-3 行驶系统

### 二、行驶系统（如图 1-1-3）

汽车行驶系的功用是接受发动机经传动系传来的转矩，并通过驱动轮与路面间附着作用，产生路面对汽车的牵引力，以保证整车正常行驶；传递并承受路面作用于车轮上的各向反力及其形成的力矩；缓

和各种冲击和振动，保证汽车平顺行驶，并且与汽车转向系很好地配合工作，实现汽车行驶方向的正确控制，以保证汽车操纵稳定性。

### 三、转向系统（如图 1-1-4）

当汽车需要改变行驶方向时，必须使转向轮绕主销主轴线转一定角度，直到新的行驶方向符合驾驶员的要求时，再将转向轮恢复到直线行驶的位置。在汽车直线行驶时，往往转向轮也会受到路面侧向干扰力的作用，自动偏转而改变行驶方向。此时，驾驶员也可以利用这套机构使转向轮向相反的方向偏转，从而使汽车回复原来的行驶方向。这种由驾驶员操纵，转向轮偏转和回位的一整套用来改变汽车行驶方向的专设机构，称为汽车的转向系。汽车转向系统的功用是保证汽车按驾驶员的意愿进行直线或转向行驶。

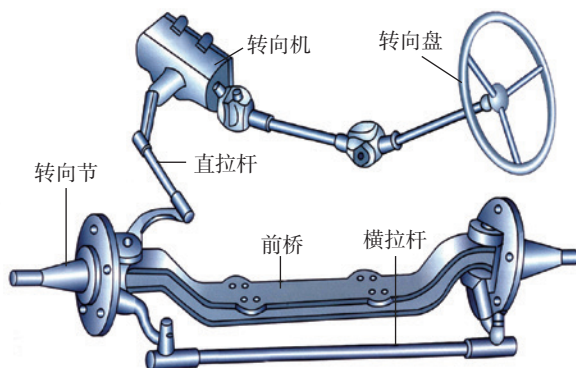


图 1-1-4 转向系统

### 四、制动系统（如图 1-1-5）

驾驶员根据道路和交通情况，利用装在汽车上的一系列专门装置，迫使路面在汽车车轮上施加一定的与汽车行驶方向相反的外力，对汽车进行一定程度的强制制动。这种可控制的对汽车进行制动的的外力称为制动力，用于产生制动力的一系列专门装置称为制动系统。

制动系的作用是：使行驶中的汽车减速甚至停车，使下坡行驶的汽车速度保持稳定，以及使已停驶的汽车保持不动，这些作用统称为汽车制动。汽车制动系是指在汽车上设置的一套（或多套）能由驾驶员控制的，产生与汽车行驶方向相反外力的专门装置。其作用是：使行驶中的汽车按照驾驶员的要求进行适时减速、停车或驻车，以及保持汽车下坡行驶速度的稳定性。

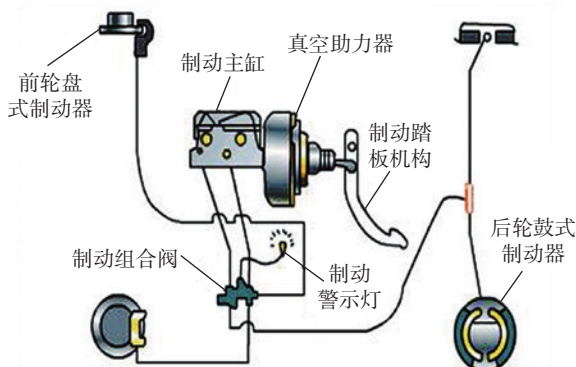
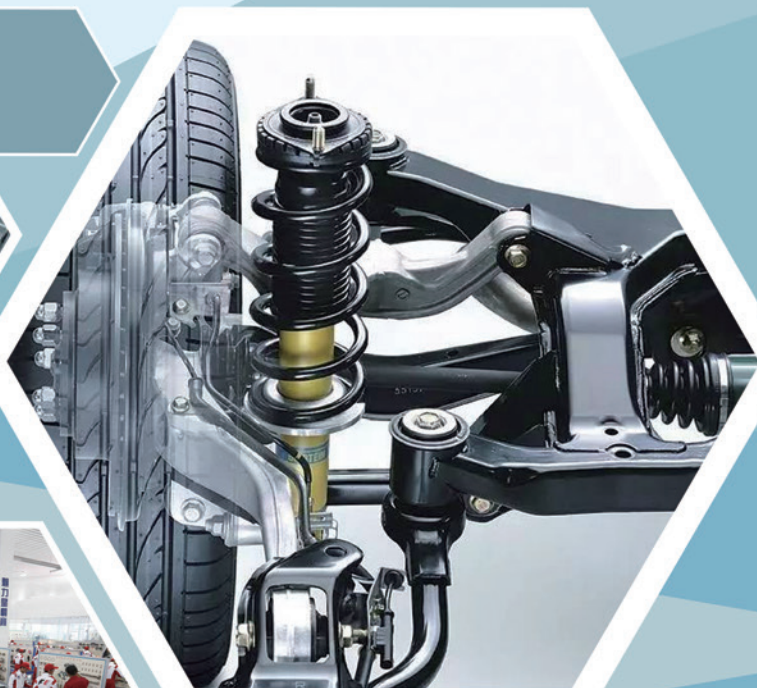
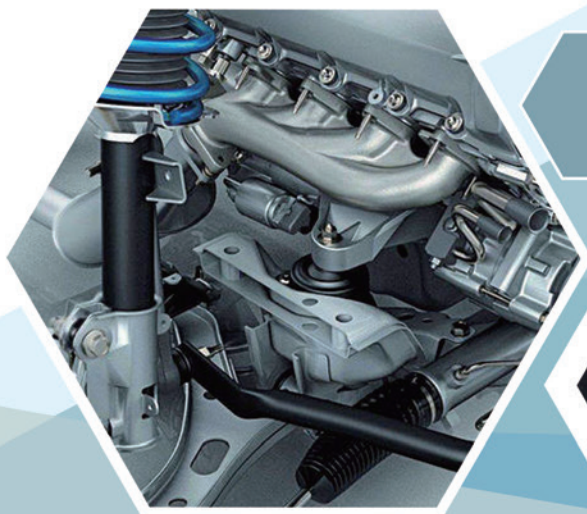


图 1-1-5 制动系

# 第2章

## 传动系统



1. 掌握离合器的工作原理
2. 掌握手动变速器的结构和功能及基本工作原理
3. 掌握五速手动变速器的各档动力传递路线
4. 掌握变速器的拆解方法
5. 掌握各种万向传动装置结构原理、维护拆装
6. 掌握差速器和主减速器的结构工作原理



## 第一节 概 述

汽车发动机与驱动轮之间动力传递装置称为汽车传动系统，如图 2-1-1 所示。发动机发出的动力传递给驱动车轮使车在各种不同的工况下均能正常行驶，并具有良好的经济性和动力性。

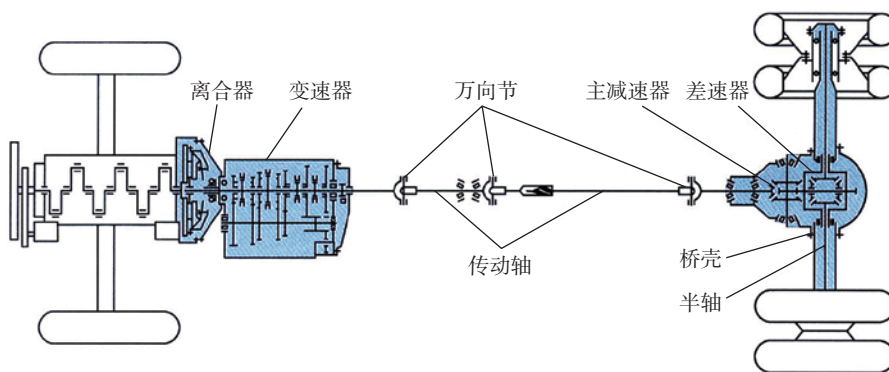


图 2-1-1 传动系统的组成

### 一、传动系的功用

#### 1. 减速

通过传动系的作用，使驱动轮的转速降低为发动机转速的若干分之一，相应驱动轮所得到的转矩增大到发动机转矩的若干倍。

#### 2. 变速

保持发动机在有利的转速范围内工作，汽车牵引力又在足够大的范围内变化。

#### 3. 倒车

在传动系的变速器中加设倒档，使汽车能在某些情况下倒车。

#### 4. 中断传动

发动机只能在无负荷情况下起动，而且起动后转速必须保持在最低稳定转速以上，所以在汽车起步以前，必须将发动机与驱动轮之间的传动路线切断，即传动系的中断传动作用。

#### 5. 差速作用

汽车转弯时，左右车轮滚过的距离不同，传动系的差速作用可以使左右两驱动轮以不同的角速度旋转。

## 二、传动系的组成

### 1. 离合器

按照需要适时地切断或接合发动机与变速器之间的动力传递。

### 2. 变速器

改变发动机输出转速的高低、转矩的大小以及输出轴的旋转方向，也可以切断发动机的动力传递。

### 3. 万向传动装置

将变速器输出的动力传递给主减速器，并适应两者之间距离和轴线夹角的变化。

### 4. 主减速器

降低变速器的转速，增大其转矩，改变动力的传递方向。

### 5. 差速器

将主减速器传来的动力分配给左、右半轴，从而允许左、右驱动轮以不同的速度旋转，以满足左、右驱动轮在行驶过程中差速的需要。

### 6. 半轴

将差速器传来的动力传递给驱动轮，使驱动轮获得旋转的动力。

## 三、传动系的分类

汽车传动系的布置形式主要与发动机的安装位置及汽车驱动形式有关。一般有发动机前置后轮驱动、发动机前置前轮驱动、发动机后置后轮驱动、发动机前置全轮驱动等。

汽车的驱动形式通常用汽车车轮总数  $\times$  驱动车轮数（车轮数系指轮毂数）来表示。普通汽车一般装 4 个车轮，常见的驱动形式有  $4\times 2$ 、 $4\times 4$ ；重型货车一般装 6 个车轮，其驱动形式有  $6\times 6$ 、 $6\times 4$  和  $6\times 2$ 。此外，也有用汽车车桥总数  $\times$  驱动车桥数来表示汽车的驱动形式。

### 1. 发动机前置后轮驱动（FR）

发动机前置、后轮驱动（FR 型）是目前普通汽车广泛采用的一种传动系布置形式，如图 2-1-2 所示。它一般是将发动机、离合器和变速器连成一个整体安装在汽车前部，而主减速器、差速器和半轴则安装在汽车后部的后桥壳中，两者之间通过万向传动装置相连。这种布置形式，发动机散热条件好，便于驾驶员直接操纵发动机、离合器和变速器，操纵机构简单，维修方便，且后驱动轮的附着力大，易获得足够的牵引力，主要用在货车上。

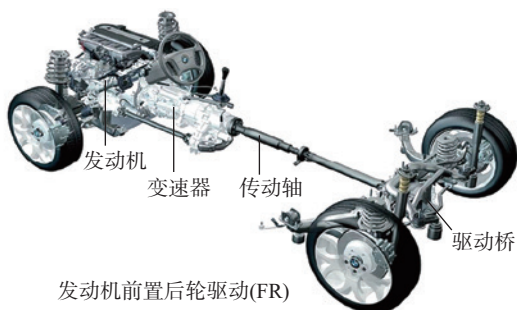


图 2-1-2 前置后驱

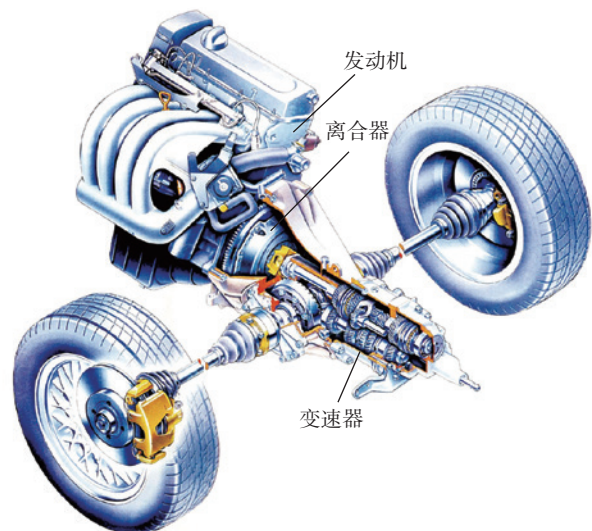


图 2-1-3 前置前驱

## 2. 发动机前置前轮驱动 (FF)

图 2-1-3 所示为发动机前置、前轮驱动 (FF 型) 的传动系布置形式示意图。其变速器、主减速器和差速器制为一体并同发动机、离合器一起集中安装在汽车前部。发动机有纵向布置和横向布置之分。这种布置形式,除具有发动机散热条件好,操纵方便等优点外,还省去了很长的传动轴,传动系结构紧凑,整车质心降低,汽车高速行驶稳定性好。但上坡时前轮附着力减小,易打滑,下坡制动时前轮荷载过重,高速时易发生翻车现象。故这种布置形式主要用于质心较低的轿车上。

## 3. 发动机后置后轮驱动 (RR)

图 2-1-4 所示为发动机后置、后轮驱动 (RR 型) 的传动系布置形式示意图。发动机、离合器和变速器制为一体布置在驱动桥之后。这样可以大大缩短传动轴的长度,传动系结构紧凑,质心有所降低,前轴不易过载,后轮附着力大,并能更充分地利用车厢面积。但由于发动机后置,其散热条件差。发动机、离合器、变速器的远距离操纵使操纵机构变得复杂,维修调整不便。除多用在大型客车上外,某些微型或轻型轿车也采用这种布置形式。发动机也有横向布置和纵向布置之分。

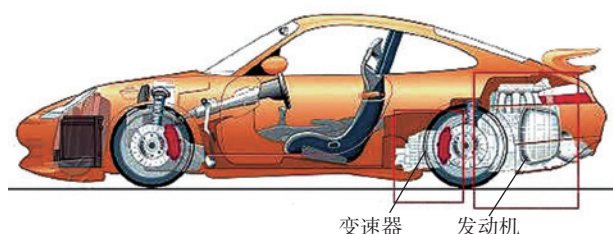


图 2-1-4 后置后驱

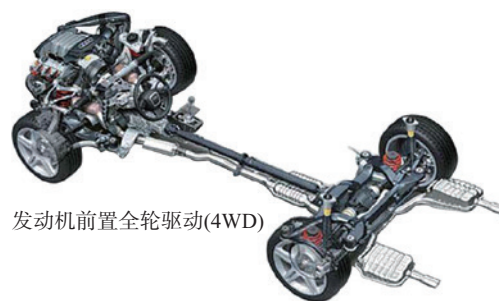


图 2-1-5 前置全驱

## 4. 发动机前置全轮驱动 (4WD)

为了充分利用所有车轮与地面之间的附着力,以获得尽可能大的牵引力,越野汽车必要时可采用全轮驱动。图 2-1-5 所示为 4×4 越野汽车传动系布置形式示意图。与发动机前置、后轮驱动的 4×2 汽车相比较,其前桥既是转向桥也是驱动桥。

为了将发动机传给变速器的动力分配给前后驱动桥,在变速器后增设了分动器,并相应的增设了从变速器通向分动器、从分动器通向前后两驱动桥之间的万向传动装置。由于前驱动桥又是转向桥,所以左右两根半轴均分为两段,并用转向驱动桥上的万向节相连。



## 第二节 离合器

离合器是汽车传动系与发动机相连接的部件，通常装在发动机与变速器之间，可以由驾驶员根据自己的意愿来切断和实现对传动系的动力传递。

### 一、离合器的功用

#### 1. 保证汽车平稳起步

汽车由静止状态进入行驶过程，其速度由零逐渐增大，而在汽车开始起步前，发动机已经开始运转。

有了离合器，则在汽车起步时，逐渐踩下加速踏板使发动机的输出转矩增加，与此同时使离合器逐渐接合，它所传递的转矩也就逐渐增大。于是发动机的转矩便可由小变大地传给传动系。当驱动车轮上产生的牵引力足以克服汽车起步行驶阻力时，汽车便由静止开始运动并缓慢地加速，实现汽车平稳起步。

#### 2. 便于换挡

汽车在行驶过程中，为了适应行驶条件的变化，变速器需要经常换用不同的挡位工作。而普通齿轮式变速器的换挡是通过拨动换挡机构来实现的，即在用挡位的某一齿轮副退出啮合，待换挡位的某一齿轮副进入啮合。换挡时，如果没有离合器将发动机与变速器之间的动力暂时切断，在用挡位齿轮副之间将因压力很大而难以脱开，而待换挡位待啮合的齿轮副将因两者圆周速度不等而难以进入啮合，即使能进入啮合也会产生很大的冲击和噪声，损坏机件。装设了离合器，换挡前先使其分离，暂时切断动力传递，然后再进行换挡操作，以保证换挡操作过程的顺利进行，并减轻或消除换挡时的冲击。

#### 3. 防止传动系过载

当汽车紧急制动时，车轮突然紧急降速。若发动机与传动系刚性连接，将迫使发动机也随着急剧降速，其所有运动件将产生很大的惯性力矩（其数值可能大大超过发动机正常工作时所发出的最大转矩），这一力矩作用于传动系，会造成传动系过载而使其机件损坏。有了离合器，当传动系承受荷载超过离合器所能传递的最大转矩时，离合器会自动打滑以消除这一危险，从而起到过载保护的作用。

### 二、对离合器的要求

根据离合器的功用，它应满足下列主要要求：

1. 具有合适的储备能力，既能保证传递发动机的最大转矩，又能防止传动系过载。
2. 接合平顺柔和，以保证汽车平稳起步。
3. 分离迅速彻底，便于发动机起动和变速器换挡。
4. 具有良好的散热能力。由于离合器接合过程中，主、从动部分有相对的滑转，在频繁使用时会产生大量的热量，如不及时散出，会严重影响其使用寿命和工作的可靠性。
5. 操纵轻便，以减轻驾驶员的疲劳。

6. 从动部分的转动惯量应尽量小，以减小换挡时的冲击。

### 三、离合器的结构

摩擦式离合器由飞轮、离合器压盘组件、离合器从动盘（离合器片）、分离轴承、分离叉和操纵机构等组成，如图 2-2-1 所示。其中飞轮、离合器压盘组件为离合器的主动部分。

### 四、从动盘

离合器从动盘装在飞轮和离合器压盘之间，连接变速器的输入轴，在变速器压盘的压力下，使和飞轮、压盘连成一体，将动力传给变速器输入轴。离合器从动盘是一个用摩擦材料覆盖的钢盘，如图 2-2-2 所示，也称为摩擦盘，主要由从动盘本体、摩擦片和从动盘毂三个基本部分组成。

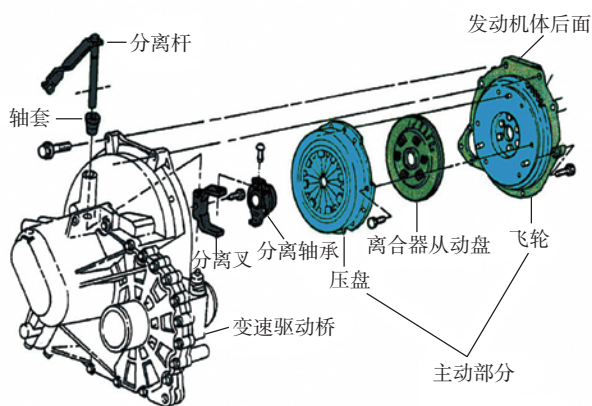


图 2-2-1 离合器的组成

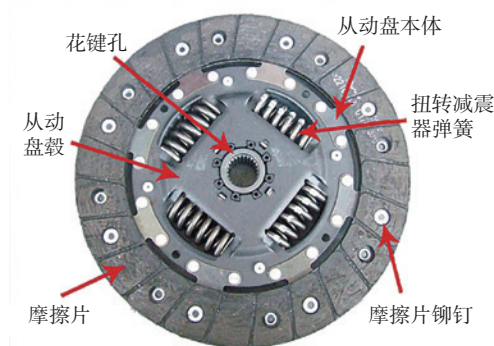


图 2-2-2 离合器从动盘

其中本体部分由从动盘钢片和波浪形弹簧钢片组成，从动盘钢片和从动盘毂、减震弹簧、减震器盘组成扭转减震器；波浪形弹簧钢片和摩擦衬片用铆钉连接在一起，如图 2-2-3 所示。

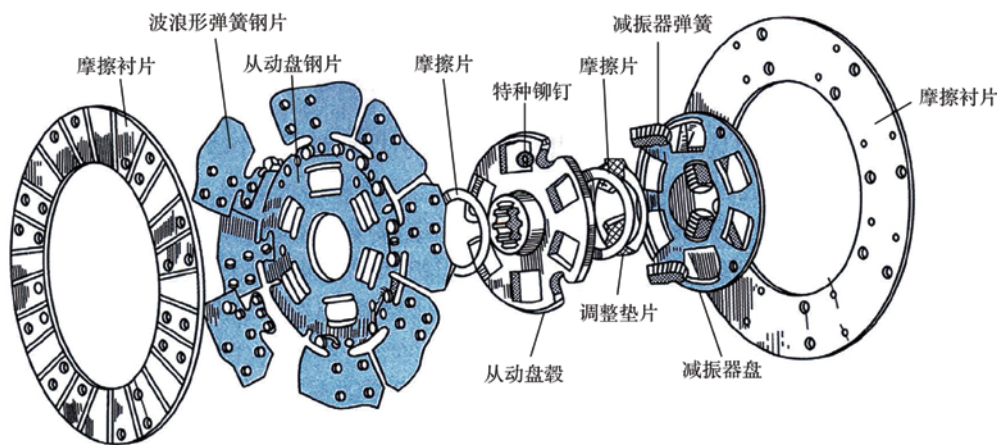


图 2-2-3 离合器从动盘结构

#### 1. 扭转减震器

由于发动机传到汽车传动系的转速和转矩是周期性地不断变化的，这会使传动系产生扭转振动；另一方面由于汽车行驶在不平的道路上，使汽车传动系出现角速度的突然变化，也会引起上述扭转振动。这些都会对传动系零件造成冲击性荷载，使其寿命缩短，甚至损坏零件。为了消除扭转振动和避免共振，防止传动系过载，多数离合器从动盘中装有扭转减振器。如图 2-2-4 所示。

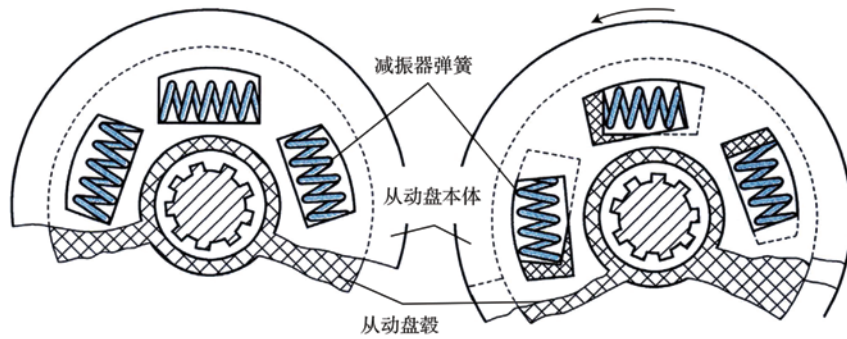


图 2-2-4 扭转减震器

从动盘和从动盘毂通过弹簧弹性地连接在一起，构成减振器的缓冲机构，从动盘毂夹在从动钢片和减振器盘之间，在从动盘毂与从动盘钢片、从动盘毂与减振器盘之间还装有环状摩擦片，它是减振器的阻尼耗能元件。从动盘毂、从动盘钢片和减振器盘上都有 6 个圆周均布的窗孔，减振弹簧装在窗孔中。特种铆钉将从动钢片和减振器盘铆接成一体，但铆钉中部和从动盘毂上的缺口存在一定的间隙，从动盘毂可相对从动盘钢片和减振器盘作一定量的转动。当从动盘不受转矩作用时，减振弹簧在从动盘毂与从动盘钢片和减振器盘之间不起传力作用。而从动盘受转矩作用时，由摩擦衬片传来的转矩，首先传到从动盘钢片，再经弹簧传给从动盘毂，这时弹簧被进一步压缩。因而，由发动机曲轴传来的扭转振动所产生的冲击即被弹簧缓和以及摩擦片吸收，而不会传到变速器以后的总成部件上；同样，汽车行驶于不平路面上所引起传动系角速度的变化也不会影响发动机。

## 2. 摩擦衬片和波浪形弹簧钢片

摩擦衬片应有较大的摩擦系数、良好的耐磨性和耐热性。摩擦衬片系用石棉（或加铜丝、铝丝等）、粘合剂及其他辅助材料经加热压合制成。衬片和从动钢片之间一般用铜或铝铆钉铆接，也有用树脂粘接的。

波浪形弹簧钢片和摩擦衬片用铆钉连接在一起，当压盘挤压摩擦片时，波浪形弹簧钢片逐渐变形，从而使压盘和摩擦片的摩擦力逐渐增强，如图 2-2-5 所示。

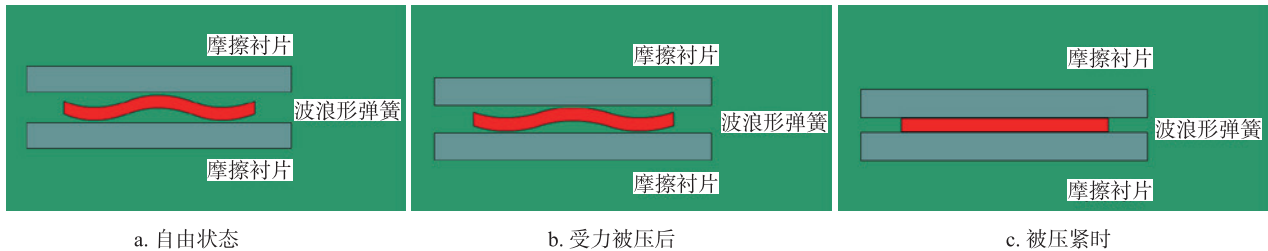


图 2-2-5 波浪形弹簧钢片工作过程

## 3. 离合器从动盘故障

### (1) 摩擦衬片磨损

原因：摩擦衬片使用时间过长、离合器半结合状态频繁使用、离合器主动盘弹簧弹力不足、飞轮或离合器主动盘摩擦面不平整。

现象：发动机转速挺高，但车速上不去，主要反映在急加速时。

### (2) 减震弹簧折断

原因：离合器结合过猛、负载过高

现象：离合器震动。

## 五、压盘总成

离合器压盘固定于发动机飞轮上，由离合器盖、压盘、膜片弹簧、支撑圈、传动钢片、支撑铆钉等组成。

### 1. 压盘

压盘的作用是给离合器从动盘施加一个压力，从而实现动力从发动机向变速器传递。为了给离合器片提供一个足够大的夹紧力，需要刚度较大的弹簧。

当离合器处于接合状态时，弹簧的推力将压盘推向飞轮，这样从动盘就被紧紧夹在飞轮与压盘之间，发动机动力经过离合器传递到变速器输入轴。在离合器盖与压盘之间有3个或4个连接的传动钢片，如图2-2-6右所示，利用这些弹簧钢片的变形，就可以实现离合器分离时压盘相对于离合器盖的轴向平行移动（远离飞轮方向移动）。

### 2. 膜片弹簧

压紧弹簧是一个用薄弹簧钢板制成的碟形膜片弹簧，如图2-2-6所示，它是离合器压盘中的最主要部件，靠近中心部分开有径向切口，形成弹性杠杆。

膜片弹簧有两个作用，离合器压盘固定到飞轮上时，膜片弹簧产生压紧力，使从动盘夹紧在压盘和飞轮之间，保证离合器处于接合状态时，离合器从动盘和压盘与飞轮同步旋转；当中间有力量压向膜片弹簧时，弹性杠杆就会以铆钉为支撑点使压在压盘上的力量消除，使从动盘自由转动。离合器的分离与结合如图2-2-7所示。

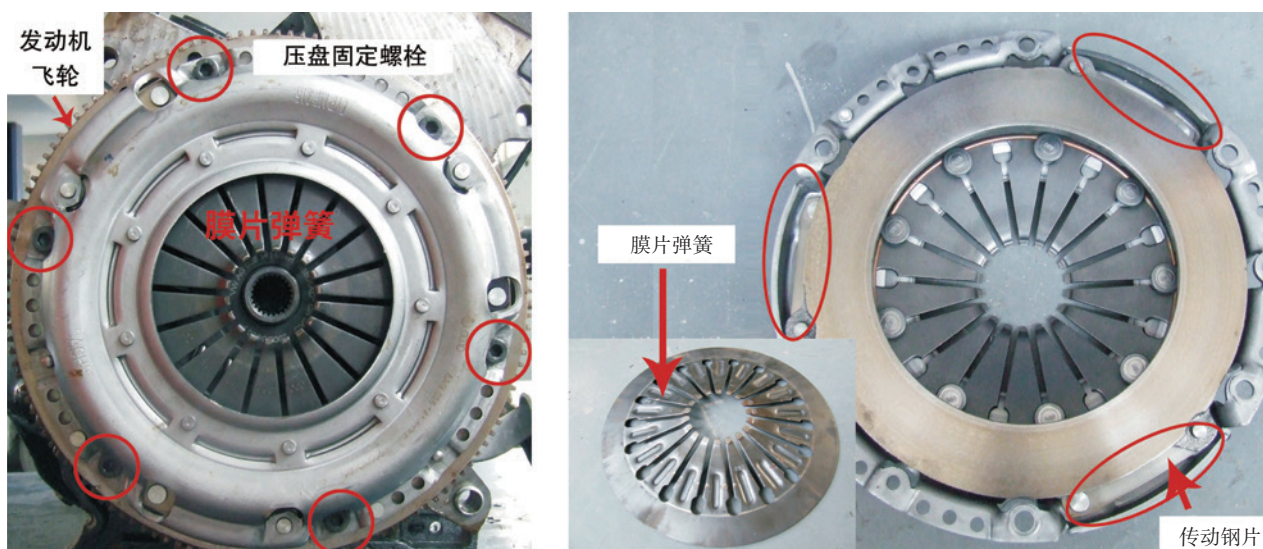


图 2-2-6 离合器压盘组件

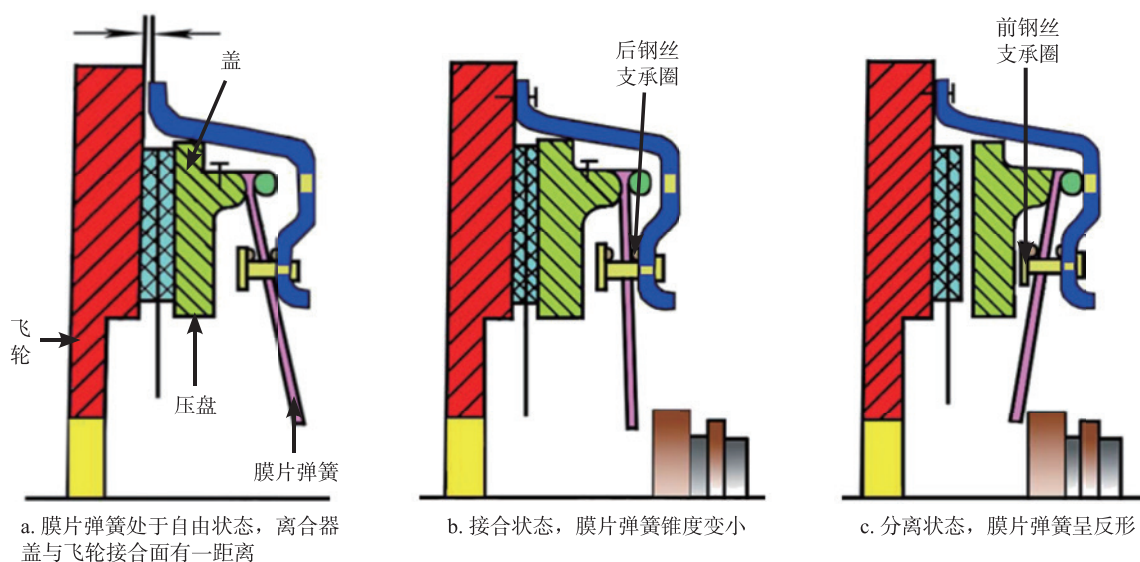


图 2-2-7 离合器的分离与结合

### 3. 压盘故障

压板损坏主要是压板烧蚀，表面硬化，造成离合器打滑。也有压板裂纹、断裂、不平等等，都会造成打滑，不能分离，发抖、动力传输不畅、异响等。现在小车大多是膜片弹簧离合器，压板与后盖是一整体，一旦压板损坏，就要换总成。

## 六、飞轮

飞轮固定在发动机曲轴后端，是发动机的重要部件，也是离合器的驱动件。飞轮的后表面是加工很平的摩擦面，确保离合器接合平滑。飞轮还有吸收曲轴扭转振动的作用，并且还还为曲轴通过四个冲程提供惯性和良好的动平衡。飞轮钻有两组螺栓孔，内组螺栓孔用于与曲轴固定（如图 2-2-8 左），外组螺栓孔用于安装压盘组件（如图 2-2-8 右）。发动机扭矩要靠飞轮与从动盘接触面之间的摩擦作用传到从动盘，再由从动盘和传动系中一系列部件传给驱动车轮。

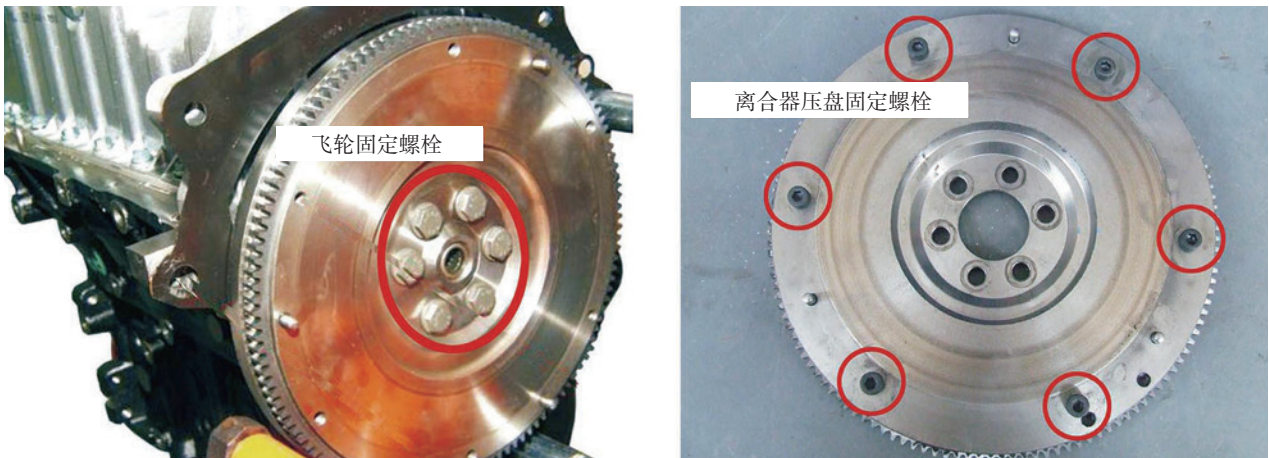


图 2-2-8 飞轮

## 七、分离轴承

分离轴承广泛采用轴向或径向推力轴承，其中多为润滑脂在轴承装配之前一次加足的封闭式，即预润滑轴承。通常分离轴承在变速器壳前部的分离轴承导向套上滑动，图 2-2-9 所示为分离轴承安装位置及结构图。为了分离离合器，分离轴承通过离合器分离叉在分离轴承导向套上移动（分离叉的功能是：在离合器结合与分离的过程中，使分离轴承平滑、平稳地移动）。当分离轴承接触到分离杠杆或膜片弹簧时，它开始随转动的压盘组件旋转。当分离轴承继续移动时，离合器处于分离状态。

为了接合离合器，作用在离合器分离叉上的力逐渐减小，分离轴承移动到输入轴分离轴承导向套的后部。压盘向后移动，将离合器从动盘紧夹在压盘与飞轮之间，将发动机扭矩传递到变速器输入轴。

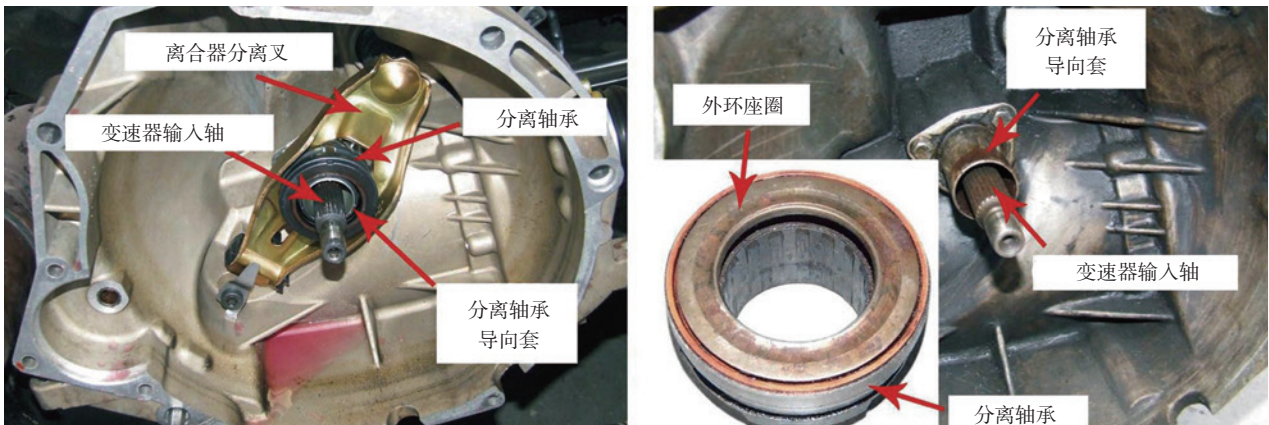


图 2-2-9 分离轴承

## 八、离合器操纵机构

目前，汽车离合器广泛采用机械式或液压式操纵机构，在一些重型汽车上，则采用了这两种操纵机构为基础的油压和气压综合式操纵机构。

### 1. 机械式操纵机构

机械式操纵机构有杆式传动和绳索式传动两种，图 2-2-10 是最简单的杆式传动操纵机构，它由踏板、连接杆、调节螺母及踏板复位弹簧等组成。调节螺母用螺纹与连接杆连接，从而可通过调节螺母来调节杆的工作长度，以实现踏板自由行程的调整。绳索传动（图 2-2-11）可消除位移和变形等优点，且可在一些杆式传动布置比较困难的情况下采用，多用于微、轻型汽车中。

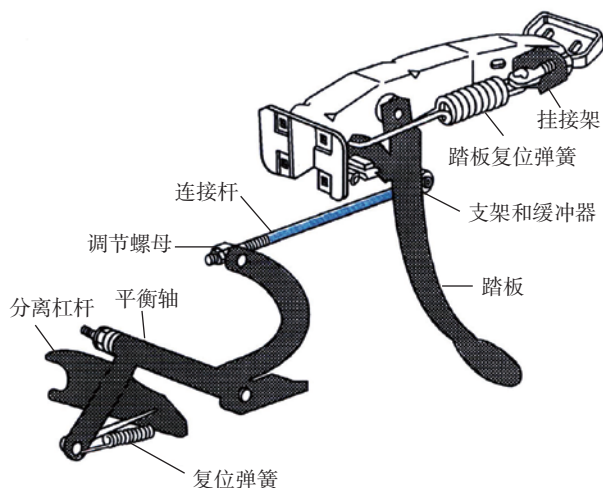


图 2-2-10 杆式传动

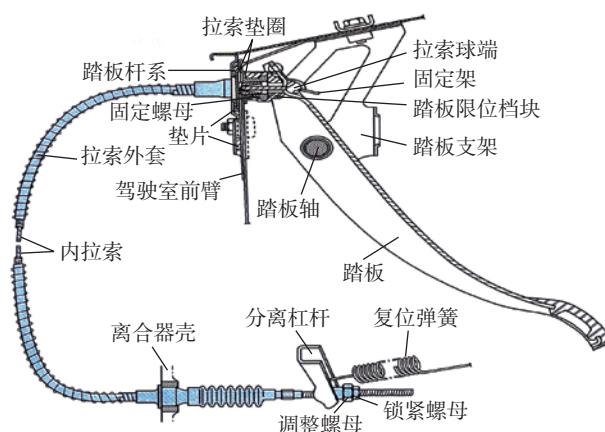


图 2-2-11 拉索式传动

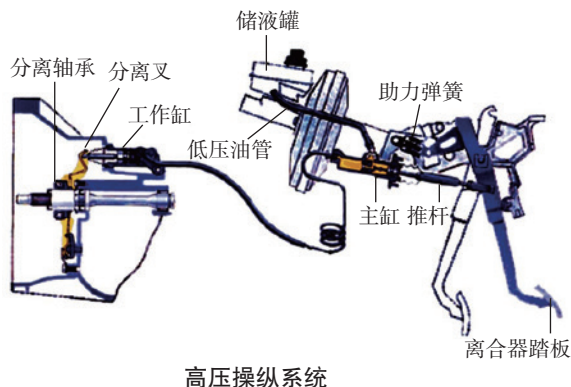
### 2. 液压式操纵机构

在液压式操纵机构中，一般以制动液作为液压油来传递运动，系统主要由离合器踏板、主缸、工作缸、储油罐、分离轴承和分离叉等组成，典型液压操纵机构如图 2-2-12 所示。

液压操纵机构主缸与离合器踏板相连，并通过推杆运动，如图 2-2-13 左所示。工作缸通过软管或金属管与主缸相连，如图 2-2-13 右所示。

踩下离合器踏板时，活塞和皮碗的运动产生液压压力，将此压力从主缸通过高压油管转入工作缸，工作缸的运动传递到离合器分离叉，使离合器分离。

松开离合器踏板时，皮碗和活塞被主缸活塞回位弹簧推回到接合位置。外弹簧使工作缸的推杆和活塞返回到接合位置。液体压力通过高压油管返回到主缸。当离合器在接合位置时，高压油管中没有压力。



高压操纵系统

图 2-2-12 液压操纵系统结构

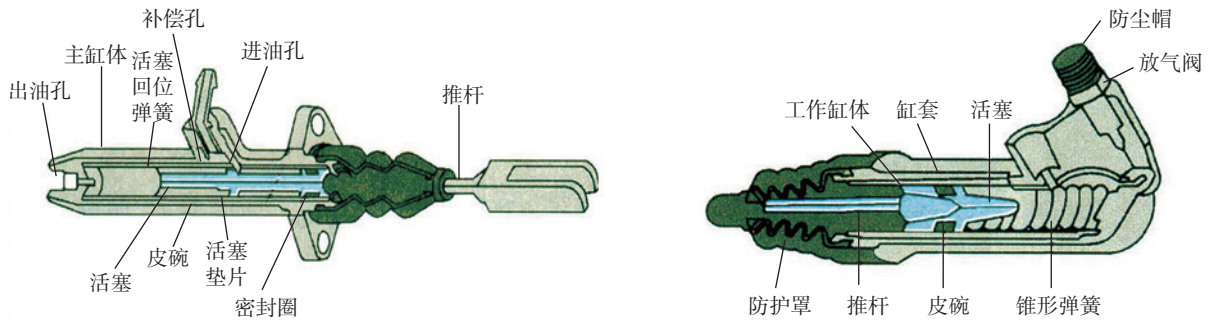


图 2-2-13 主缸

### 3. 摩擦式离合器的工作过程

(1) 接合状态。离合器在接合状态时，压紧弹簧将压盘、飞轮及从动盘互相压紧。发动机的转矩经飞轮及压发动机的转矩经飞轮及压盘，通过摩擦面的摩擦作用传到从动盘，再经从动轴输入变速器。

(2) 分离过程。踏下踏板时，拉杆拉动分离叉外端向右（后）移动，如图 2-18 所示，分离叉内端则通过分离轴承推动分离杠杆的内端向前移动，分离杠杆外端便拉动压盘向后移动，使其在进一步压缩压紧弹簧的同时，解除对从动盘的压力。于是离合器的主、从动部分处于分离状态而中断动力传递。

(3) 接合过程。当需要恢复动力传递时，缓慢地抬起离合器踏板，分离轴承减小对分离杠杆内端的压力，压盘便在压紧弹簧作用下逐渐压紧从动盘，并使所传递的转矩逐渐增大。当所能传递的转矩小于汽车起步阻力时，汽车不动，从动盘不转，主、从动摩擦面间完全打滑；当所能传递的转矩达到足以克服汽车开始起步的行驶阻力时，从动盘开始旋转，汽车开始移动，但仍低于飞轮的转速，即摩擦面间仍存在着部分打滑的现象。再随着压力的不断增加和汽车的不断加速，离合器主、从动部分的转速差逐渐减小，直到转速相等滑转现象消失，离合器完全接合为止，接合过程即结束。由上可知，汽车平稳起步是靠离合器逐渐接合过程中滑转程度的变化来实现的。

接合后，在复位弹簧的作用下，踏板回到最高位置，分离叉内端回至最右位置。分离轴承则在复位弹簧的作用下离开分离杠杆，向右紧靠在分离叉上。



## 第三节 手动变速器

汽车在起步或爬坡时，需要很大的转矩，而汽车在平路上行驶时就不需要太大的转矩。转矩是发动机作用于变速器的扭转力矩，发动机的转矩随着转速的升高而不断增大，在达到最大转矩后，又随着转速的升高而下降。在汽车起步或爬坡的时候，使用变速器的目的就是在低速工况下可以使发动机转速升高，从而输出较大的转矩。在平路上行驶时，使用变速器的目的就是使汽车在高速工况下降低发动机的转速，以节省燃油和降低排放。设置不同的变速器档位就可以达到上述目的。变速器是一种能够改变汽车发动机输出转矩、转速范围以及动力旋转方向，并将动力传递给传动系的一种装置。目前各类手动变速器按齿轮传动方式分类常见的是二轴式和三轴式变速器。二轴式手动变速器是指变速器只有输入轴和输出轴，二轴式变速器主要应用于发动机前置前轮驱动的轿车。

### 一、变速器具有的功用

1. 改变传动比，扩大驱动轮转矩和转速的变化范围，以适应复杂变化的路况条件，如起步、加速、上坡等，同时使发动机在有利的工况下工作；
2. 实现倒车，在保证发动机旋转方向不改变情况下使汽车能倒退行驶；
3. 实现中断动力传递，在发动机起动、怠速运转、变速器换挡和进行动力输出时，都要中断发动机至传动系的动力传递，故变速器设有空档。

### 二、变速器齿轮

#### 1. 直齿圆柱齿轮

最简单的齿轮类型是直齿圆柱齿轮。直齿圆柱齿轮由齿轮坯和分布于其整个圆周上的直齿轮齿组成。所有的轮齿都与齿轮的中心线或轴线平行，且被加工成一定的形状，该形状可以使轴线平行的两齿轮啮合，且在啮合过程中在轮齿上不发生滑动，其实物图如图 2-3-1 所示。



图 2-3-1 直齿圆柱齿轮

直齿圆柱齿轮，一般设计要求在同一时刻有 1.5 ~ 2.5 个轮齿参与啮合，而且在啮合过程中整个轮齿宽度同时参与啮合。这种齿面全接触的形式增加了齿轮的强度，但也会造成齿轮啮合时有噪声。由于其强度高，这种齿轮大多数在重型卡车的变速器上使用。

## 2. 斜齿圆柱齿轮

斜齿圆柱齿轮与直齿圆柱齿轮大体相似，但其轮齿与齿轮轴线成一定的角度，如图 2-3-2 所示。

这种齿轮在啮合时，同时参与啮合的轮齿数比直齿圆柱齿轮要多，可达到 2.5 ~ 3.5 个轮齿。斜齿圆柱齿轮，加工轮齿时与齿轮轴线成一定角度，另外这种齿形可以使轮齿逐步参与啮合，而不是突然全部啮合。所以斜齿圆柱齿轮啮合噪声要比直齿圆柱齿轮小。但是，斜齿圆柱齿轮也有两个缺点：一是啮合时齿轮会产生轴向推力，这就需要特殊的轴承来承受这种轴向载荷；二是由于啮合面积增加，也增加了啮合时的磨损。



图 2-3-2 斜齿圆柱齿轮

表 2-3-1 齿轮的结构及优缺点

齿轮类型	结构	优点	缺点
直齿圆柱齿轮	轮齿与轴线平行	强度高	噪音大
斜齿圆柱齿轮	轮齿与轴线成角度	啮合平稳，噪音小	产生轴向推力，磨损快
锥齿轮	轮齿与齿轮表面成角度	强度高，可改变运动方向	噪音大

由于直齿圆柱齿轮的轮齿是直齿，这种结构强度较大，使用于对强度要求较高的场合，但其在工作中噪声较大。相反地，斜齿圆柱齿轮工作安静，但由于轮齿的切削角度，在工作过程中会产生与齿轮轴线平行的轴向力。

## 三、齿轮传动方式

当一个齿轮带动另一齿轮转动时，描述两个齿轮转速关系的就是传动比。传动比可以通俗地表述为使从动齿轮旋转一周，主动齿轮所转过的圈数。传动比也可以通过计算得到，即从动齿轮上的轮齿数除以主动齿轮上的轮齿数。通常将其数值与 1 相比可以将齿轮传动分为 3 类：平动传动、减速传动、超速传动。

### 1. 平动传动

如果两个相啮合的齿轮，其大小和齿数相同，如图 2-3-3 所示，那么它们将以相同的转速旋转。主动齿轮旋转一圈，从动齿轮也旋转一圈，齿轮的传动比为 1:1，称其为平动。当变速器处于平动档位置时，变速器输出轴以与发动机相同的转速旋转。

### 2. 减速传动

如果一个齿轮驱动另一个齿轮（齿数是自己 3 倍的齿轮）转动，为了使从动齿轮旋转一周，主动齿轮就必须旋转 3 周，如图 2-3-4 所示。用从动齿轮的轮齿数除以主动齿轮的轮齿数可以得到齿轮传动比为 3:1。这种从动齿轮比主动齿轮旋转速度慢的齿轮装置，可以达到减速效果，减速传动也称低速传动。

减速传动对应变速器的低档位，因为变速器一档输出轴转速较低也称低速档。低速档对应的传动

比一般较大，例如传动比 3:1 的档位就比 2:1 或 1:1 的传动比所对应的档位要低。这三种传动比按顺序就可以代表一个典型的变速器升档模式，如从一档（3:1）升到二档（2:1），再升到直接档（1:1）。

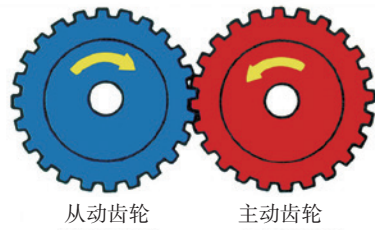


图 2-3-3 平动传动

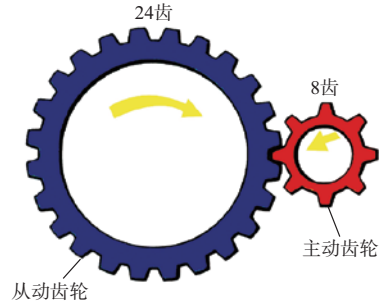


图 2-3-4 减速传动

### 3. 超速传动

超速传动和减速传动相反，其从动齿轮转速大于主动齿轮，如图 2-3-5 所示的齿轮组。主动齿轮每旋转 1 周，从动齿轮要转 3 周，齿轮传动比为 0.33:1。汽车上典型的超速档传动比通常为 0.65:1 或 0.70:1。

### 4. 惰轮

在齿轮组中，工作于主动齿轮和从动齿轮之间的齿轮，称做惰轮或中间齿轮，如图 2-3-6 所示。惰轮不影响主动齿轮与从动齿轮之间的速度关系，但会改变从动齿轮的旋转方向。手动变速器中的倒档齿轮，通常就是利用惰轮来改变动力的输出方向。如果将主动齿轮与从动齿轮直接啮合，它们旋转方向相反。如果在主从动齿轮之间加装一个惰轮，则两者的旋转方向便会相同，并且惰轮的存在也不会改变齿轮组的传动比。

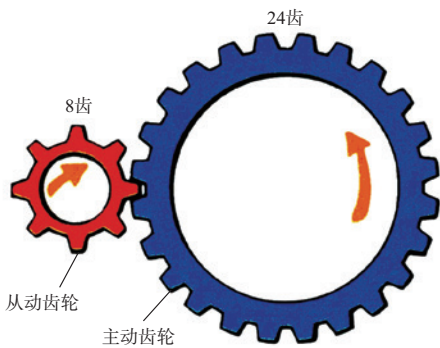


图 2-3-5 超速传动

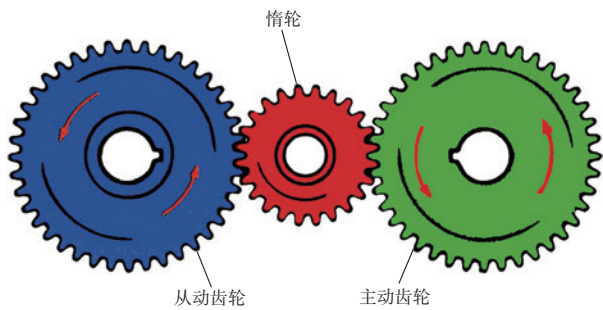


图 2-3-6 惰轮

## 四、手动变速器的结构

手动变速器结构如图 2-3-7 所示。整体来说，手动变速器包括齿轮变速机构和操纵机构组成，齿轮变速机构包括变速器轴、变速齿轮、同步器组成，操纵机构包括内部操纵机构和远程操纵机构。

表 2-3-2 齿轮传动的传动比及应用的范围

传动方式	传动比	应用范围
平动传动	1	直接档
减速传动	> 1	低速或减速档
超速传动	< 1	超速档
惰轮传动	不改变	倒档

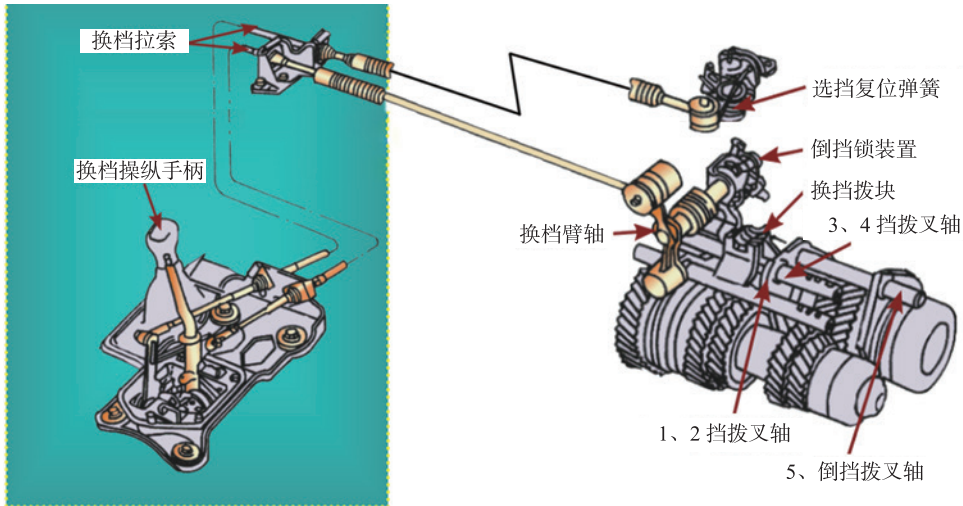


图 2-3-7 手动变速器的结构

## 五、变速齿轮和变速器轴

变速器齿轮安装在变速器轴上，一部分变速器齿轮通过花键和变速器轴进行连接，使其与变速器轴成为一个整体，称为死轮，如图 2-3-8 所示；另一部分齿轮通过轴承和变速器轴，这种齿轮可以在变速器轴自由的转动，但不能轴向移动，这种齿轮称为活轮，其上装有啮合齿，以便和同步器的结合套进行啮合如图 2-3-8 所示。

一个死轮和一个活轮形成一个档位传递关系，分别装在两个变速器轴上，呈常啮合状态。由于活轮的存在，两个变速器轴可以自由转动，以此形成空挡。当同步器的啮合套和活轮的啮合齿啮合时，活轮就和支撑他的轴连接在一起，如此，两个变速器轴就以该档位的传动比进行传动。

图 2-3-8 为两轴 5 档式齿轮结构，其中一、二、五档主动齿轮和三、四档从动齿轮为死轮，分别通过花键与输入轴或输出轴连接，三、四档主动齿轮和一、二、五档从动齿轮为活轮，分别通过轴承与输入轴或输出轴连接。

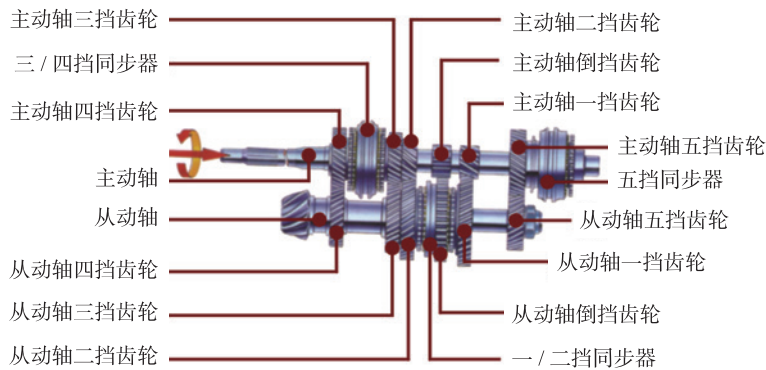


图 2-3-8 两轴 5 档式齿轮结构

## 六、同步器及其工作原理

在汽车挂档前，变速器轴和档位齿轮转速不一致，此时若使变速器轴和档位齿轮强制结合，会导致冲击。为减少这种换挡冲击，在现代的汽车上装有同步器。

### 1. 同步器结构

同步器有常压式、惯性式等种类。目前轿车和轻型汽车的变速器广泛采用锁环式惯性同步器。尽管同步器结构形式多样，但大都是相似的，都有花键毂、同步器接合套、锁环（或同步器环）、滑块

和弹簧。另外，加工在待啮合换档齿轮上的外锥面和齿轮接合齿，也是同步器组件的组成部分，如图 2-3-9 所示。

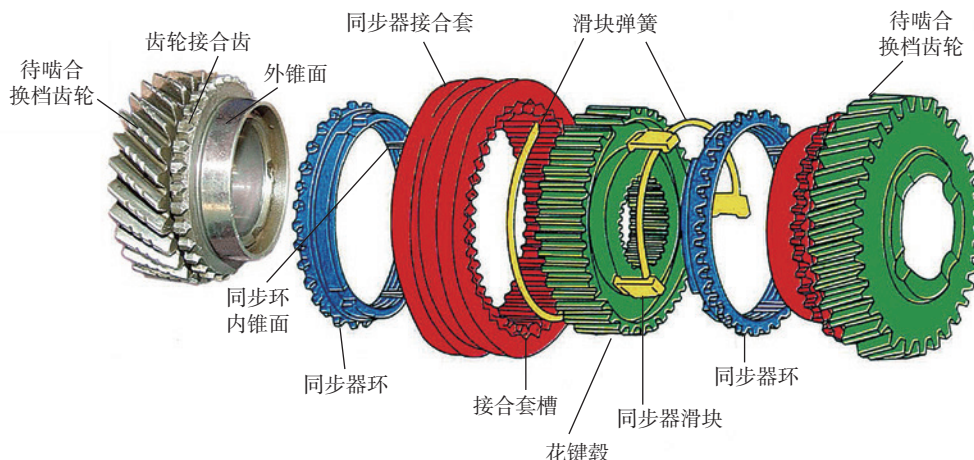


图 2-3-9 同步器

同步器花键毂套在变速器输出轴或输入轴花键上，花键毂与输出轴或输入轴同步旋转，在花键毂外端圆周上也加工有花键槽。花键毂上有三个与轴平行的槽，呈 120 度布置，每个槽内有一个滑块，滑块通过环形的同步器弹簧将其压紧在结合套上，滑块的突起部位与结合套内凹陷部位结合。

由于同步器结合套内花键与花键毂外端的花键存在间隙，结合套可以在花键毂外端花键上自由滑动。结合套的内花键与同步器环上的接合齿、待啮合齿轮上的接合齿配合工作。结合套套在花键毂外花键上，所以它也和变速器输出轴同步旋转。

锁环位于同步器结合套和齿轮接合齿之间，锁环上的接合齿与结合套以及待啮合齿轮上的接合齿配合工作。另外花键毂上的三个滑块正好嵌在锁环的三个槽内。锁环上加工有内锥面，和待啮合齿轮上的外锥面配合工作，如图 2-3-10 所示。



图 2-3-10

## 2. 工作过程

锁环式同步器是依靠摩擦作用来实现同步状态的。换档拨叉位于接合套槽中。在换档时，接合套被拨叉推向换档齿轮的接合齿，此时，接合套内的滑块推动锁环压向换档齿轮外锥面。由于两锥面具有不同转速差，当锁环与换档齿轮一经接触便产生摩擦作用，使得换档齿轮的外锥面带动同步器锁环按齿轮旋转方向运动，两者转速迅速达到同步，此时，结合套与换档齿轮处于同步状态，如图 2-3-11 所示。因摩擦产生相当大的热量，青铜或黄铜等有色金属，使齿轮接合面上的磨损减小到最低。这就是同步器环为什么是青铜或黄铜制成的原因。

结合套继续被推向换挡齿轮的结合齿，由于滑块不能继续向前运动，此时克服弹簧的力量向内压，使滑块的突起从结合套的凹陷部位滑出，使结合套继续前移，与换挡齿轮的结合齿啮合，由于结合套和换挡齿轮转速相同，所以没有换挡冲击。

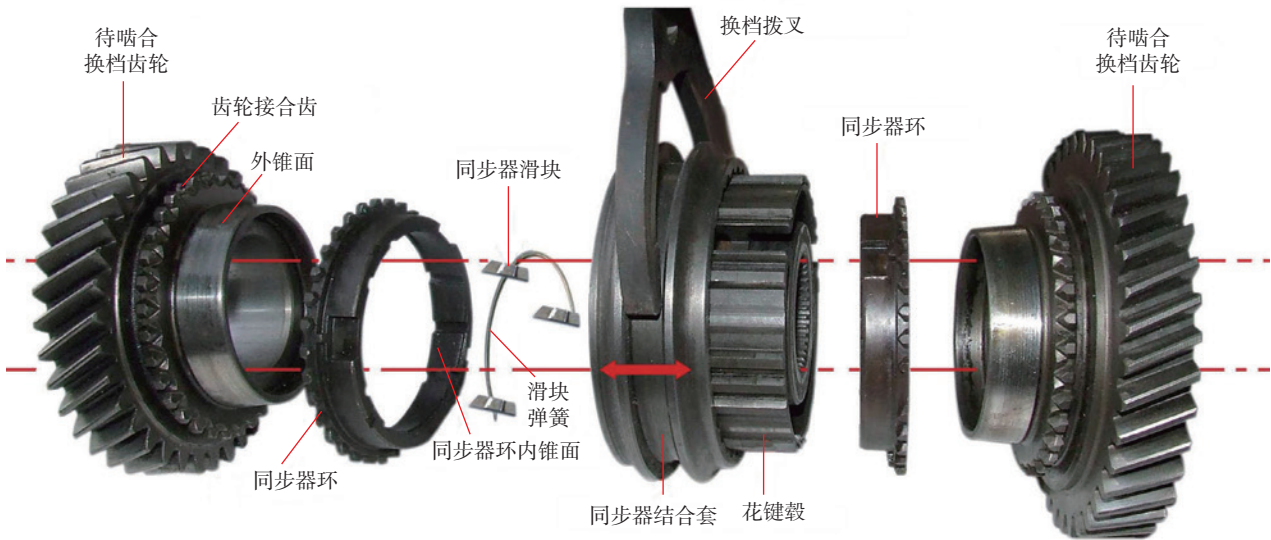


图 2-3-11

### 3. 同步器的故障

#### (1) 同步器弹簧过软

现象：由于同步器弹簧软，使滑块过早从结合套凹陷部位滑出而不能推动锁环，从而导致锁环与换挡齿轮不能同步，导致换挡冲击。

#### (2) 锥环烧熔

同步器锥环烧熔通常由两个原因引起：一是变速器的操纵杆位置调整不当，尤其是远程操作的变速器，软轴调整不合适、过松，使换挡时不容易拨到位，致使锥环与锥面摩擦时间过长，产生大量的摩擦热；二是变速器缺油或使用劣质变速器油，锥环与锥面摩擦时不能及时将摩擦热量带走，致使温度升高而烧熔锥环。

## 七、手动变速器动力传递路线

尽管变速器有不同的设计形式，但基本的转矩传递路线，或称动力传递路线是相似的。在不考虑挡位传动比的情况下，转矩流或转矩传递对任何变速器都是相同的，不同之处仅在于部件之间的组合方式，以及部件在变速器中的装配位置而已。下面以 5 档为例说明其传动路线。

5 挡变速器用 6 个齿轮组实现 5 个前进挡位和 1 个倒挡位。倒挡可以是滑动齿轮式或常啮合式的，而所有的前进挡都是常啮合式的。5 挡变速器有三个减速挡（一档、二挡、三挡）和一个平动挡（四挡）以及一个超速挡（五挡），倒挡时使用一个滑动惰轮来改变输出轴旋转方向。

### 1. 空挡

空挡时，所有的同步器接合套都位于花键毂中间位置，如图 2-3-12 所示。注意在该图和下面的几幅插图中，为表达清楚起见，将倒挡惰轮轴和滑动齿轮的位置做了改动。实际上，倒挡惰轮处于和中间轴倒挡齿轮及输出轴齿轮同时啮合的位置。在离合器处于接合位置时，输入轴主动齿轮驱动中间轴，进而驱动输出轴上的齿轮，使其在输出轴上空转。当车辆处于运动或滑行工况时，虽然输出轴会转动，但发动机转矩并没有传递到变速器。

空档 - 离合器处于接合位置（离合器踏板抬起）时，变速器输入轴和中间轴一直得于旋转状态，但是变速器不传递转矩。

### 2. 一档

一档时，换挡操纵机构将 1-2 挡同步器接合套拨向一档齿轮，如图 2-3-13 所示。同步器组件将一档齿轮与输出轴锁在一起。当离合器处于接合状态时，输入轴驱动中间轴，将发动机转矩传递到齿轮箱，转矩进而又从中间轴一档齿轮传递到输出轴一档齿轮，又通过 1-2 挡同步器花键毂，将转矩传递到输出轴，最终转矩以一档减速传动比通过变速器。

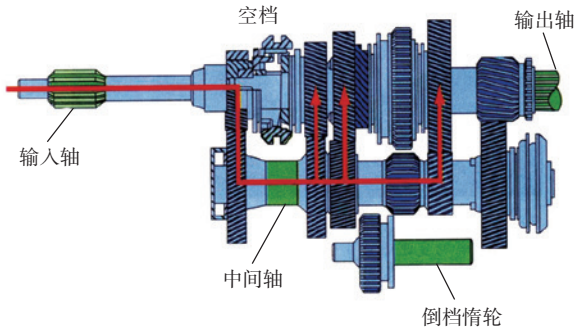


图 2-3-12 空档

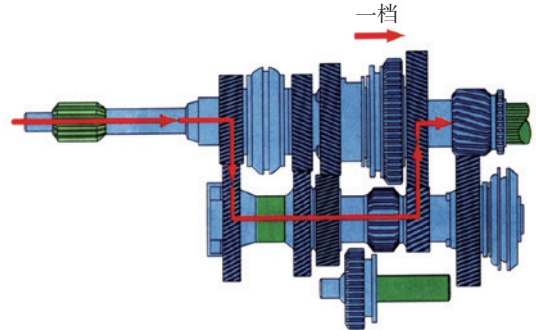


图 2-3-13 一档

### 3. 二挡

二挡时，换挡操纵机构将 1-2 挡同步器接合套向前拨动，这样接合套就向远离一档齿轮、靠近二挡齿轮的方向移动，如图 2-3-14 所示。然后，同步器组件释放了一档齿轮，并将二挡齿轮与输出轴锁定在一起。

当离合器处于接合状态时，输入轴以曲轴的转速旋转，并驱动中间轴，转矩从中间轴二挡齿轮，传递到输出轴二挡齿轮，又通过 1-2 挡同步器花键毂，将转矩传递到输出轴。最终，转矩以二挡减速传动比通过变速器。

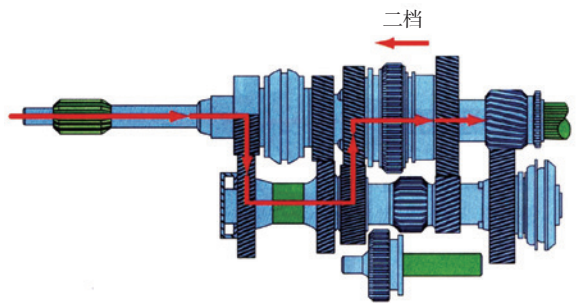


图 2-3-14 二档

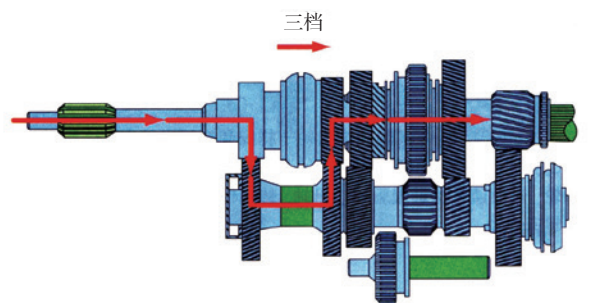


图 2-3-15 三档

### 4. 三挡

三挡时，换挡操纵机构将 1-2 挡同步器接合套拨回到中间位置，而将 3-4 挡同步器接合套向后拨向三挡齿轮，如图 2-3-15 所示，然后同步器组件将三挡齿轮与输出轴锁在一起。

当离合器处于接合状态时，输入轴驱动中间轴，转矩从中间轴三挡齿轮传递到输出轴三挡齿轮，进而又通过 3-4 挡同步器花键毂，将转矩传递到输出轴。最终，转矩以三挡减速传动比通过变速器。

### f5. 四挡

### 5. 四挡

四挡时，换挡操纵机构将 3-4 挡同步器接合套向前拨动，这样接合套就向远离三挡齿轮、靠近输入轴主动齿轮的方向移动，如图 2-3-16 所示，然后同步器组件将输入轴主动齿轮与输出轴锁定在一起。

当离合器处于接合状态时，输入轴通过 3-4 挡同步器花键毂驱动输出轴，二者都以曲轴的转速旋转，转矩流以 1:1 的传动比，直接经过变速器传递到输出轴。由于转矩在通过变速器时没有齿轮减速，

所以将其称为平动挡传动。由于中间轴是常啮合的，所以中间轴一直处于旋转状态，但是中间轴的旋转并不影响转矩的传递，因为与中间轴齿轮啮合的输出轴齿轮都处于空转状态。

## 6. 五挡

五挡时，换挡操纵机构将 3-4 挡同步器接合套拨回到中间位置，而将 5 挡接合套拨向 5 挡齿轮，如图 2-3-17 所示。注意 T5 变速器同步器组件将 5 挡换挡齿轮与中间轴锁定在一起，5 挡齿轮驱动固定在输出轴上的齿轮。

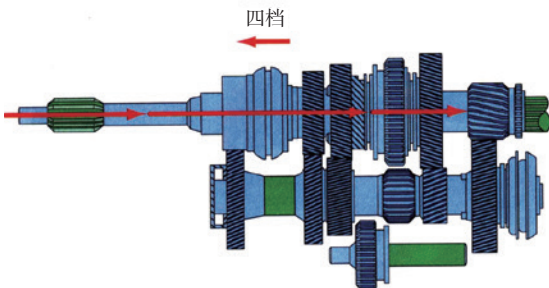


图 2-3-16 四档

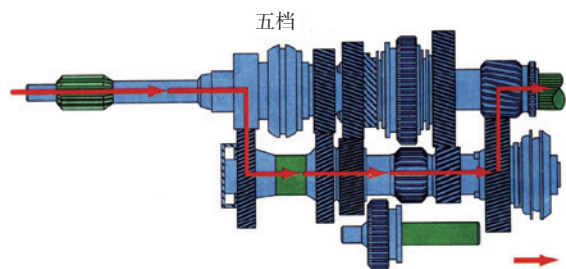


图 2-3-17 五档

在离合器处于接合位置时，输入轴驱动中间轴。由于 5 挡同步器花键毂套在中间轴上，所以在 5 挡齿轮接合后，该花键毂由中间轴驱动，同时又驱动中间轴齿轮，将发动机转矩经过固定的 5 挡齿轮传递到输出轴。注意，由于中间轴齿轮大于输出轴齿轮，因此 5 挡是超速挡，转矩最终以五挡超速传动比输出变速器。

典型的超速挡传动比在 0.6:1 到 0.8:1 之间，这一传动比可以提高车辆在公路上巡航行驶时的燃油经济性。

在某些 5 挡变速器上，5 挡齿轮与其他挡位齿轮一样安装在输出轴上。这种形式应用在倒挡上的典型是常啮合型式的变速器，5 挡和倒挡共用一个同步器组件。当接合套接合后，固定在中间轴上的齿轮驱动换挡齿轮，进而通过花键毂驱动输出轴，转矩传递路线与前述的减速挡转矩传递路线相似，只不过 5 挡是超速传动。

## 7. 倒挡

在变速器中，常用的倒挡齿轮结构型式有两种：滑动型齿轮和常啮合型齿轮。

对于滑动倒挡齿轮型变速器，如 T5，其换挡操纵装置推动倒挡惰轮，使惰轮在倒挡轴上滑动，与中间轴倒挡齿轮、输出轴倒挡齿轮啮合，这两个齿轮都直接与其轴相连。这种型式的齿轮轮齿，都是通过移动进入啮合或退出啮合，所以齿轮都采用了直齿轮，而非斜齿轮。在某些变速箱中，滑动倒挡齿轮与输出轴以花键相连，而操纵机构将该齿轮沿花键轴方向推动，从而使滑动倒挡齿轮与倒挡惰轮进入啮合。

Borg-Warner T5 变速器的一个特殊之处在于该变速器没有独立的输出轴倒挡齿轮，如图 2-3-18 所示。在 1-2 挡同步器接合套外圆周表面上加工出直齿来充当输出轴倒挡齿轮。当 T5 变速器换倒挡时，操纵机构将倒挡惰轮向后推，使之同时与中间轴倒挡齿轮和 1-2 挡同步器接合套上的倒挡齿轮啮合。

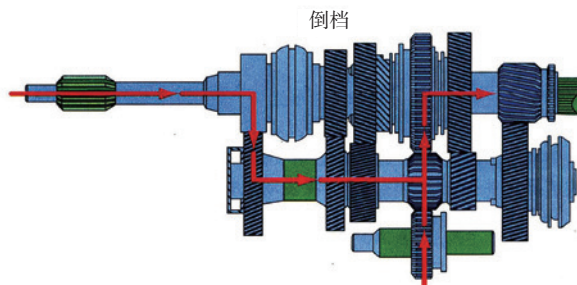


图 2-3-18 倒档

当离合器处于接合状态时，输入轴驱动中间轴，中间轴倒挡齿轮驱动惰轮，惰轮与中间轴旋转方向相反，惰轮进而又驱动 1-2 挡同步器接合套上的倒挡齿，旋转方向又一次改变。

尽管接合套没有与换挡齿轮接触，但由于其以花键与输出轴相连，因此在惰轮啮合时，接合套就可以通过花键驱动输出轴。

由于惰轮的存在，使输出轴最终的旋转方向与输入轴相反。

对于常啮合型倒挡齿轮来说，在挂倒挡时，由换挡操纵机构将 5 挡 - 倒挡同步器接合套拨离 5 挡齿轮，并拨向倒挡齿轮，而且在同步器接合套和倒挡齿轮之间没有锁环。因此，为使换挡时接合套花键与倒挡齿轮接合齿之间不产生磨齿现象就必须使第二轴停止转动，进而完成换挡。

当离合器处于接合状态时，输入轴驱动中间轴，中间轴倒挡齿轮驱动倒挡惰轮，倒挡惰轮又进一步驱动输出轴倒挡齿轮，使输出轴倒挡齿轮旋向与输入轴方向相反。倒挡齿轮又通过 5 挡一倒挡同步器花键毂来驱动输出轴。最终，发动机转矩以倒挡减速传动比通过变速器，输出轴与输入轴旋转方向相反，车辆实现倒使，如图 2-3-19 所示。

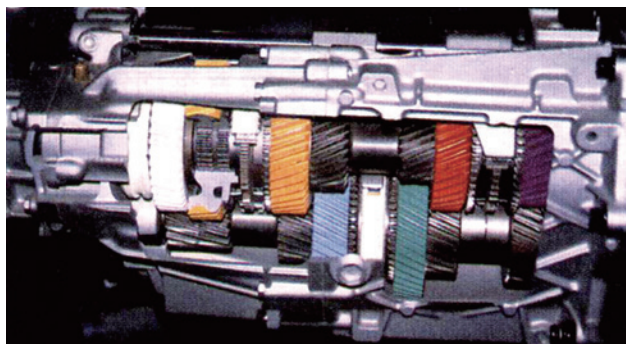


图 2-3-19 常啮合型倒挡齿轮

典型的超速挡传动比在 0.6:1 到 0.8:1 之间，这一传动比可以提高车辆在公路上巡航行驶时的燃油经济性。

在某些 5 挡变速器上，5 挡齿轮与其他挡位齿轮一样安装在输出轴上。这种形式应用在倒挡上的典型是常啮合型式的变速器，5 挡和倒挡共用一个同步器组件。当接合套接合后，固定在中间轴上的齿轮驱动换挡齿轮，进而通过花键毂驱动输出轴，转矩传递路线与前述的减速挡转矩传递路线相似，只不过 5 挡是超速传动。

## 八、手动变速器的传动机构

### 1. 功用与要求

#### (1) 功能

变速操纵机构的功用是根据汽车使用条件帮助驾驶员随时将变速器换上或摘下某个挡位。

#### (2) 要求

为了保证在任何情况下变速器都能准确、安全、可靠的工作，对变速器操纵机构有以下要求：

- 1) 设自锁装置，防止变速器自动脱挡，并保证轮齿以全齿宽啮合。
- 2) 设互锁装置，防止变速器同时挂入两个挡，一免造成发动机熄火或损坏零部件。
- 3) 设倒挡锁，防止误挂倒挡，以免发生安全事故。

### 2. 外部操纵机构

变速器操纵机构用来执行驾驶员的换挡操作，将变速器挂入某个档位，并根据路况变换档位。根据变速器变速杆与变速器的相互位置的不同，可分为直接操纵式和远距离操纵式两种类型。

#### (1) 直接操纵式操纵机构

直接操纵式变速操纵机构的特点是：变速器布置在驾驶员座位旁，变速杆由驾驶室地板伸出，变速杆及所有操纵装置都设置在变速器壳体上，驾驶员直接操纵变速杆拨动变速器盖内的换挡操纵装置进行换挡。这种形式的操纵机构多用在后轮驱动车型上，如图 2-3-20 所示为典型的直接式操纵机构。

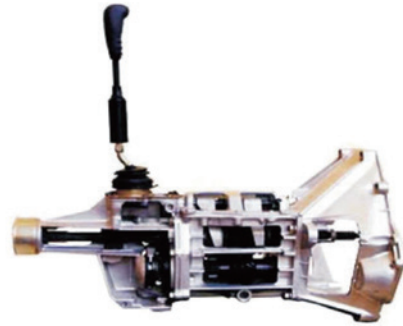
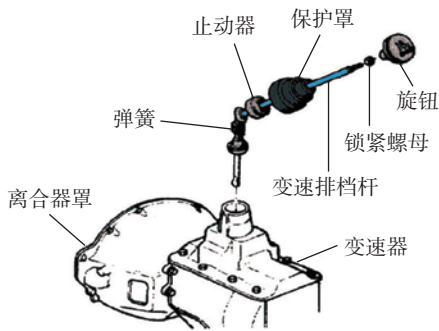


图 2-3-20 直接式操纵机构

### (2) 远距离操纵式操纵机构

在某些汽车上，由于变速器距离驾驶员座位较远，变速杆及其他操纵装置不能安置在变速器壳上，而是加装一些辅助传动机构，称为远距离操纵式操纵机构，在某些手册中也称作遥控式换档机构或换档操纵装置等。轿车变速器的操纵机构大多采用远距离操纵机构。

远距离操纵式操纵机构由内、外两部分操纵机构组成。外部操纵机构由杠杆或拉线组成，如图 2-3-21 所示，它们通过控制拨叉轴的运动与变速器壳体内部的操纵机构连接从而实现选档和换档。本田、丰田、波罗等手动变速器应用了拉线式操纵机构。

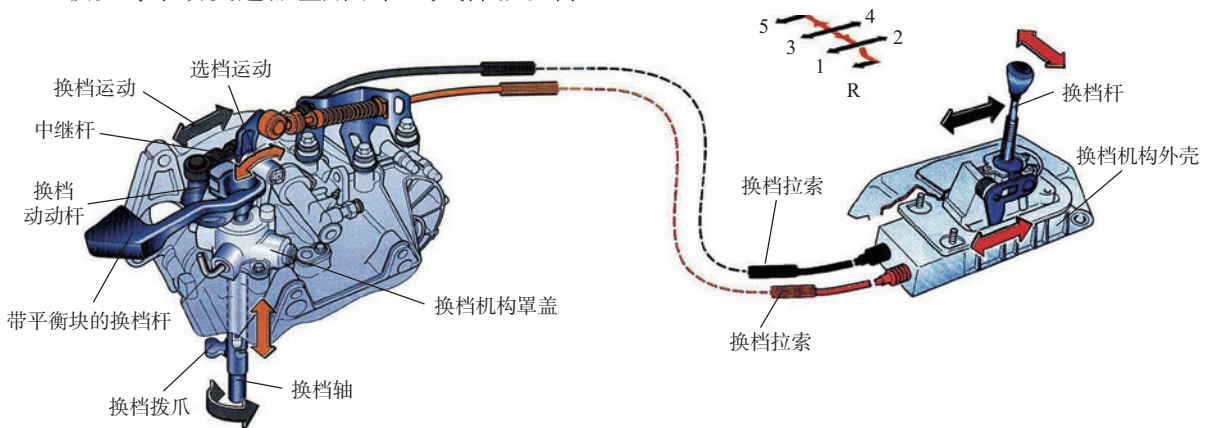


图 2-3-21 远距离操纵方式

### 3. 内部操纵机构

内部操纵机构如图 2-3-22 所示，在外操纵机构作用下，内换档轴或选档轴轴向移动或转动。当它转动时，带动选换档横轴轴向移动，实现选档动作。当内换档轴轴向移动时，带动选换档横轴转动拨叉轴，拨叉轴促使拨叉轴向移动，推动同步器实现换档。

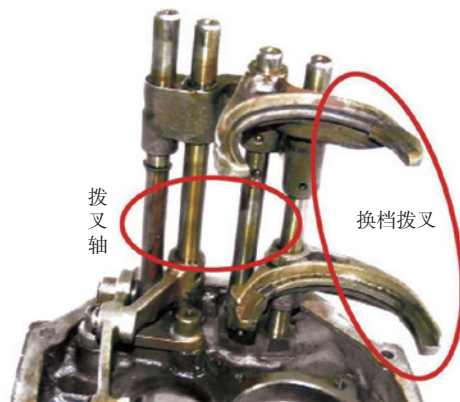
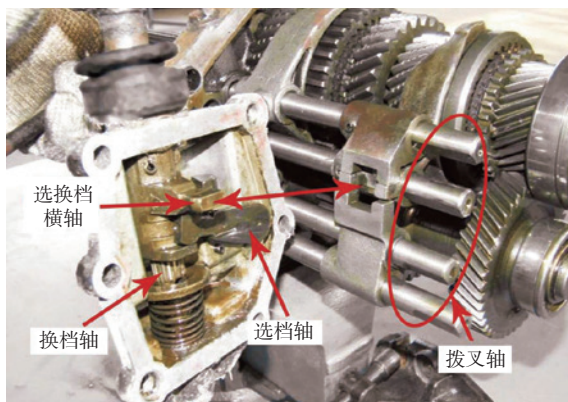


图 2-3-22 远距离操纵方式

#### 4. 定位锁止装置

##### (1) 类型

为了保证变速器能够准确无误地挂人所选定的档位，并安全、可靠地工作，变速器必须具备以下机构：

- 1) 为保证不同时挂入两个档，应设有互锁装置；
- 2) 为防止自动脱档，应设有自锁装置；
- 3) 为避免误挂入倒档，应设有倒档锁。

##### (2) 结构原理

各种变速操纵机构的定位锁止装置其工作原理基本相同。

##### 1) 互锁装置

一根拨叉轴可以控制两个档位，因此，对于4档或5档变速就需要三根拨叉轴，如图2-3-23和2-3-24所示，如果同时使两根拨叉轴移动，就可能出现同时挂入两个档的情况。互锁装置保证在换挡时只能移动一根拨叉轴，而同时自动锁住其余拨叉轴。应用广泛的互锁装置有：互锁钢球、互锁滑块等。

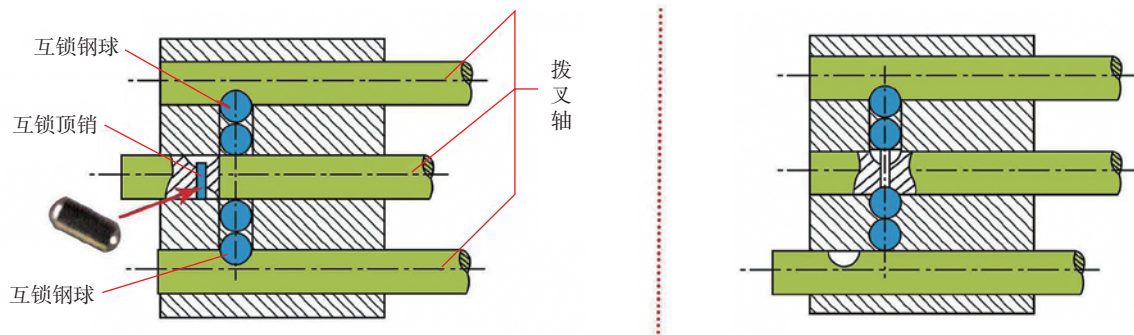


图 2-3-23

典型的互锁装置是互锁钢球式，结构如图2-3-23所示。当变速器处于空档时，所有拨叉轴的侧面凹槽同钢球在同一条线上。当移动中间拨叉轴时，轴两侧的内钢球被挤出，而外钢球分别嵌入两侧拨叉轴凹槽中，因而将中间拨叉轴两侧的两个轴锁止在其空档位置(如图2-3-23a所示)。移动下拨叉轴时，则应先将中间拨叉轴退回到空档位置，于是，靠近下拨叉轴的外钢球从凹槽中被挤出，同时通过互锁销和其他钢球将其他两拨叉轴均锁止在空档位置(如图2-3-23b所示)。

另一种常见的互锁装置如图2-3-24所示，采用两个互锁滑块的方式实现互锁。

当变速杆挂入1档或2档档位时，拨叉轴从空档位置(中间位置)沿轴向移动，与拨叉轴缺口部位相约束的互锁滑块将被拨叉轴推出，并进入3、4档换挡拨叉轴的缺口中，3、4档拨叉轴被锁住而不能移动。

同时，另一互锁块也被推入倒档拨叉轴的缺口，倒档拨叉轴被锁住而不能移动。结果使得3、4档及倒档拨叉轴同时锁住，防止发生同时挂入两个档的现象。

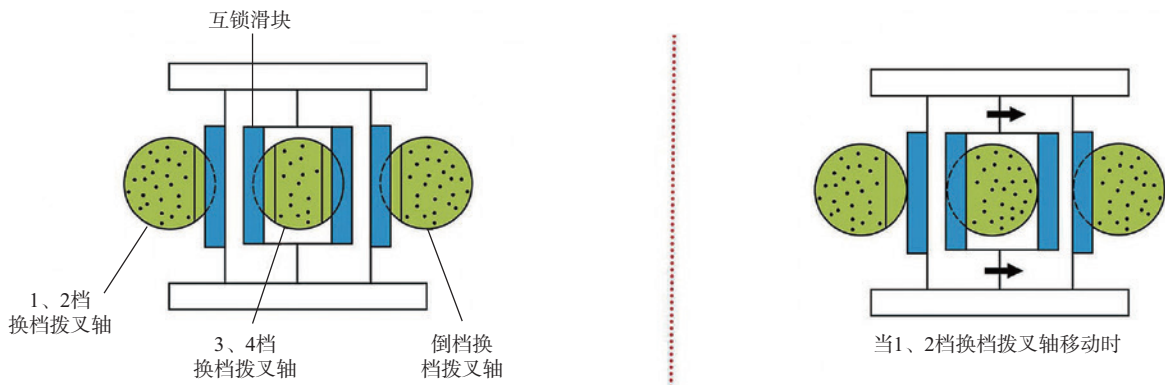


图 2-3-24

### 2) 自锁装置

挂档过程中，若操纵变速杆推动拨叉前移或后移的距离不足时，则接合套与相应的待啮合齿轮将不能在全齿宽上啮合；即使达到全齿宽啮合，也可能由于车身振动等原因，引起接合套的轴向移动，从而减少了齿的啮合长度，严重时完全脱离啮合（即自动脱档）。

自锁装置能保证轮齿以全齿宽啮合，防止自动脱档现象的发生。如图 2-3-25 所示为自锁装置实物图。每根拨叉轴的上表面分布有三个凹槽，当进行换档时，自锁弹簧压力使自锁钢球嵌入该凹槽内，即拨叉轴的轴向位置被固定，从而与拨叉轴相连的接合套也被固定在某一工作档位置，不会自行脱出，如图 2-3-26 所示为自锁装置结构图。

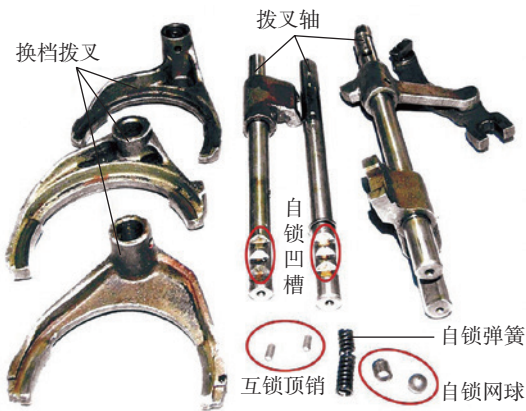


图 2-3-25

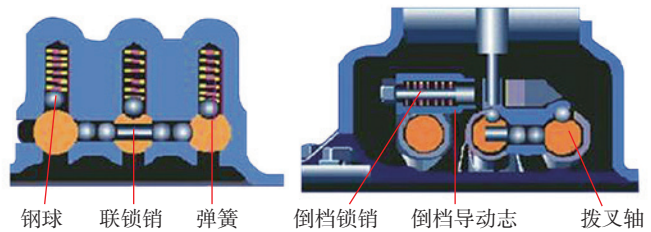


图 2-3-26

### 3) 倒档锁

为防止汽车在行进中误挂入倒档，进而对变速器齿轮发生极大冲击，导致零件损坏，设置了倒档锁装置。如图 2-3-27 所示，在换档杆处设置有倒档限位块，正常向左将换档杆摆到极限位置时，限位块卡在换档机构壳体上，只能挂上一二档，要想挂上倒档需将换档杆压下，克服限位装置后换档杆才可继续向左移动，换档触销才能移到倒档拨叉位置，换上倒档。这样就能够防止车辆正在行驶时误挂上倒档损坏变速器。

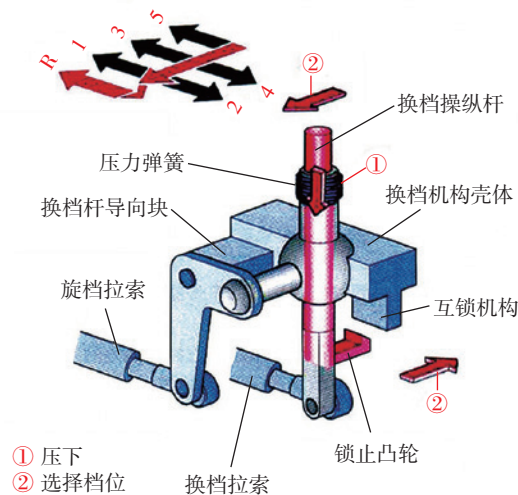


图 2-3-27 倒档锁



## 第四节 万向传动装置

### 一、概述

#### 1. 万向传动装置的功能及组成

万向传动装置用来实现变角度的动力传递，一般由万向节和传动轴组成，有时还要加装中间支承。汽车上广泛地采用万向传动装置传递动力。

在发动机前置后轮驱动的汽车上，往往将发动机、离合器、变速器连成一个装配总成固定在车架上，而驱动桥则通过弹性悬架与车架相连接。这样，变速器输出轴与主减速器之间，不但轴线不重合，而且在汽车行驶中，由于地面不平引起弹性元件变形，使两个轴的相对位置在不断变化。因此，为了使二者之间在任何情况下均能传递动力，必须采用万向传动装置。有的轴距较大的汽车，由于变速器与后桥距离较远，还将传动轴分成两段，即前传动轴和后传动轴，并设置了中间支承。而大部分前轮驱动的车辆省去了传动轴，而是在两个半轴的两端安装了球笼式万向节，以适应车辆行驶时的需要，如图 2-4-1 所示。

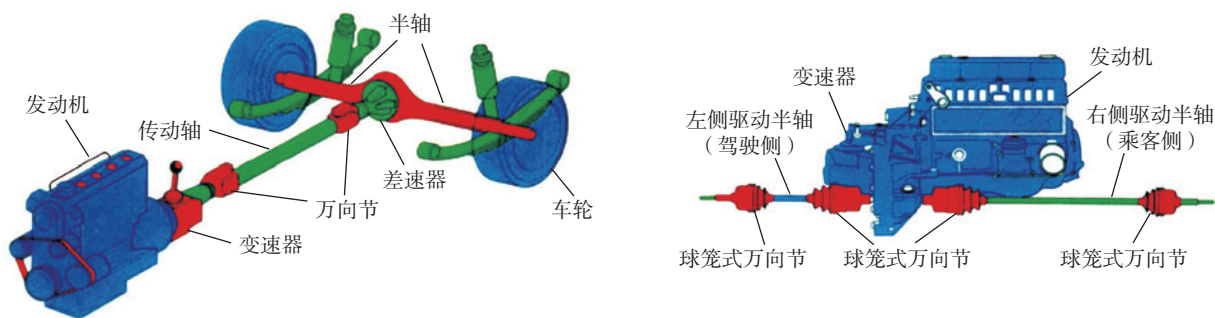


图 2-4-1

- (1) 组成：万向传动装置一般由万向节和传动轴组成，有时长距离传动时还需要加装中间支撑。
- (2) 功能：能在汽车上任何一对轴间夹角和相对位置经常发生变化的转轴之间传递动力。

#### 2. 万向传动装置在汽车上的应用

##### (1) 变速器与驱动桥之间

在变速器的输出轴与驱动桥的输入轴之间不可以直接刚性连接，而必须采用一般由两个万向节和一根传动轴组成的万向传动装置。

(2) 变速器与分动器之间及分动器与驱动桥之间越野汽车中，当变速器与分动器分开布置时，在变速器与分动器及分动器与驱动桥之间也常设万向传动装置。

##### (3) 断开式驱动桥中的半轴

在断开式驱动桥中，当驱动轮采用独立悬架时，两侧的驱动轮分别通过弹性悬架与车架相连，而主减速器壳固定在车架上。当汽车行驶过程时两侧车轮可彼此独立的相对于车架上下跳动，故要把动力传

递给车轮并且不发生运动干涉，断开式驱动桥中必须采用万向节铰接半轴，即采用万向传动装置。

转向驱动桥中的半轴：

在转向驱动桥中，前轮既是转向轮又是驱动轮，因此转向驱动桥的半轴不能做成整体而要分段，且用万向节连接，以适应汽车行驶时半轴各段的交角不断变化的需要。

## 二、万向节

万向节是万向传动装置中实现变角度传动的主要部件，主要分为刚性万向节和挠性万向节。刚性万向节又可分为不等速万向节（十字轴式）、准等速万向节（双联式、三销轴式等）和等速万向节（球笼式、球叉式等）。万向节按其速度特性分为普通万向节、准等速万向节和等速万向节。按其刚度大小，可分为刚性万向节和柔性万向节。

### 1. 普通万向节

普通万向节又称十字轴式刚性万向节，它是目前汽车传动系中应用最广的一种万向节，它允许相邻两轴在最大交角为  $15^{\circ} \sim 20^{\circ}$  的情况下工作。

万向节叉上的孔分别套在十字轴的4个轴颈上。当主动叉转动时，从动叉随之转动，同时又绕十字轴中心在任意方向摆动，在十字轴轴颈与万向节叉孔之间装有滚针和套筒，采用滚针轴承，是为了减小摩擦损失，提高传动效率。用带有锁片的螺钉和轴承盖来将套筒固定在万向节叉上，进行轴向定位。为了减小摩擦、润滑轴承，十字轴内钻有油道，如图2-4-2所示，且与注脂嘴、安全阀相通。为避免润滑脂流出及尘垢进入轴承，十字轴轴颈的内端套装带金属壳的毛毡油封（或橡胶油封）。安全阀的作用是当十字轴内腔润滑脂压力超过允许值时，阀打开润滑脂外溢，使油封不会因油压过高而损坏。十字轴式万向节的损坏程度是以十字轴的轴颈和滚针轴承的磨损为标准的，润滑和密封直接影响着万向节的使用寿命。

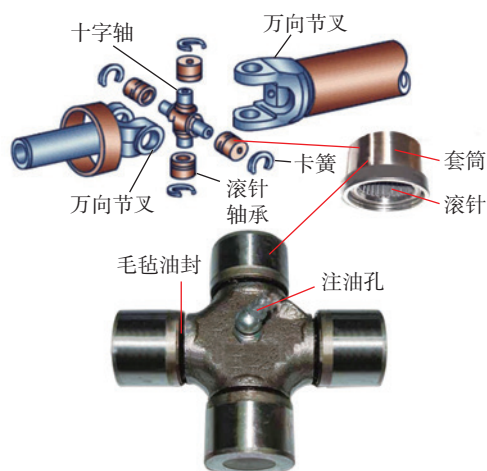


图 2-4-2

为了提高它的使用寿命，现代汽车多采用橡胶油封，当油腔内的润滑油压力大于允许值时，多余的润滑油从油封内圆表面与十字轴轴颈接触处溢出，故无需安装安全阀。

万向节轴承的常见定位方式，除上述盖板式外，还有内、外弹性卡环固定式。

当十字轴式刚性万向节的主动叉是等角速转动时，从动叉是不等角速的。

### 2. 准等速万向节

准等速万向节是根据两个十字轴式刚性万向节实现等速传动的原理设计的，只能近似地实现等速传动，因此称为准等速万向节。常见结构有双联式和三销轴式两种。

#### (1) 双联式万向节

双联式万向节在前置发动机后轮驱动的汽车上应用非常普遍。如图2-4-3所示，它由两个万向节叉和一个装有两个十字轴的中心叉组成，它实际上是一套传动轴长度减至最小的双万向节传动装置。双联叉相当于同一平面内的两个万向节叉和传动轴。这两个万向节以相同角度转动，一个万向节的加速和减速可以通过另一万向节相等、方向相反的运动而加以抵消，避免了使用单个万向节而导致的波动。目前汽车上采用的双联式万向节结构都已简化，将内半轴或外半轴用轴承组件定位在壳体上，保证汽车直线行驶时万向节中心点位于主销轴线与半轴轴线的交点。

当外半轴（与转向轮相连）相对内半轴在一定角度范围内摆动时，双联叉也被带动相应角度，使两个十字轴中心连线与两个万向节叉轴线的夹角差值很小，内、外半轴的角速度接近相等，其差值在允许范围内，因此双联式万向节具有准等速性。而轮胎的弹性变形又可以吸收微小的不等速，不会导致轮胎滑磨。双联式万向节允许有较大的轴间夹角，且结构简单，制造方便，应用较多，如三菱帕杰罗前传动轴、北京切诺基上均装备这种万向节。

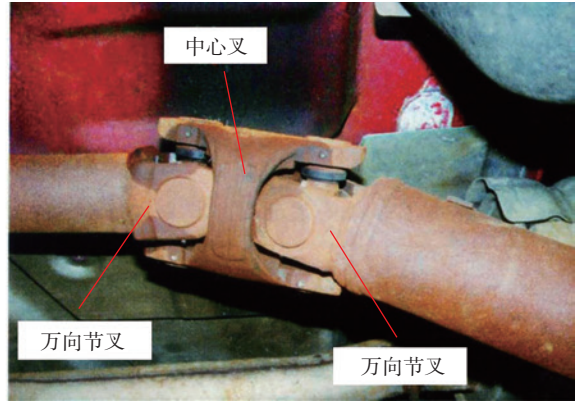
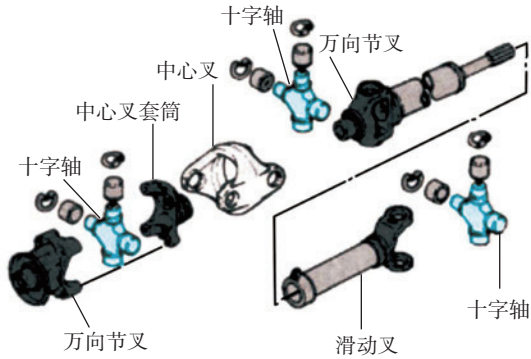


图 2-4-3

(2) 三销轴式万向节

三销轴式万向节由双联式万向节演变而来，结构如图 2-4-4 所示。

它主要由主动偏心轴叉、从动偏心轴叉和两个三销轴组成。主、从动偏心轴叉分别与转向驱动桥的内、外半轴制成一体，两个轴叉由两个三销轴连接。三销轴的大端各有一个贯穿的轴承孔，其中心线与小端轴颈中心线重合。靠近大端两侧的两个轴颈，其中心线与小端轴颈中心线垂直并相交。装配时将三销轴小端轴颈插入另一个三销轴大端的孔中，每一个三销轴其余两轴颈分别与偏心轴叉的两孔相连。这样万向节便形成了三根轴线。传动时，转矩由主动偏心轴叉，经三条轴线传到从动偏心轴叉。为了减轻摩擦和磨损，轴颈与孔的配合面装有轴承（轴承座和衬套），并用卡环轴向定位。

为了允许适当的轴向运动，又要避免转向时发生运动干涉，与主动偏心轴叉相连的三销轴的两个轴颈端面 and 轴承座之间装有推力垫片，其余各轴颈端面均不安装推力垫片，且轴颈端面与轴承座之间留有较大的间隙。三销轴式万向节允许相邻两轴间夹角最大可达  $45^\circ$ 。因此用于转向驱动桥，可使汽车获得较小的转弯半径。缺点是结构尺寸大，这种万向节在现代轿车上应用很少。

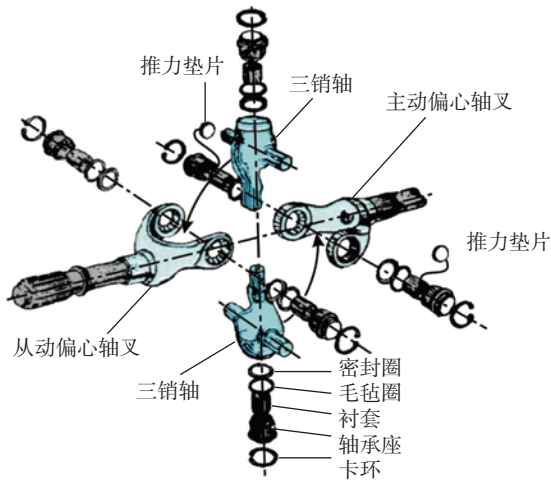


图 2-4-4

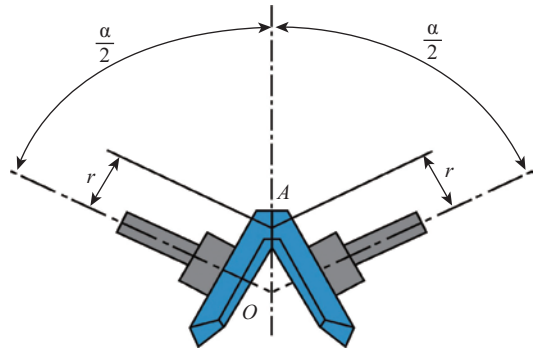


图 2-4-5

3. 等速万向节

等速万向节的基本原理是从结构上保证传力点永远位于两轴交点的平分面上，这个原理可以用一对大小相同的锥齿轮的传动来说明。如图 2-4-5 所示为等速万向节工作原理示意图，两齿轮啮合点 A 位于夹角的平分面上，由 A 点到两轴的距离都等于 r。在 A 点处两齿轮的圆周速度相等，因此两个齿轮旋转的角速度也相等。

目前采用较广泛的两种等速万向节，即球叉式和球笼式万向节，就是根据这种原理制成。其中球笼式万向节应用最为普遍，比较常见的形式是三球销式球笼万向节。

(1) 球叉式万向节

球叉式万向节结构如图 2-4-6a 所示, 主要由主动叉、从动叉、4 个传动钢球和 1 个定心钢球组成。主、从动叉上各有四个弧形凹槽, 两个叉对合后形成四个钢球的滚道, 四个传力钢球分别放置在滚道之中, 两叉中心的凹槽中放置中心钢球以定中心。如图 2-4-6b 所示, 主动叉与从动叉上钢球圆弧形滚道的圆心分别是  $O_1$  与  $O_2$ , 两滚道中心圆弧半径相等。由于传力钢球处于由主从动叉共同形成的滚道中, 无论两轴间夹角如何变化, 传力钢球的中心一定处于两圆弧滚道的交点, 即两轴交角的平分面上, 因此球叉式万向节能够实现等速传动。球叉式万向节结构简单, 钢球和滚道易磨损, 影响使用寿命。因此这种万向节目前在轿车上已很少采用。

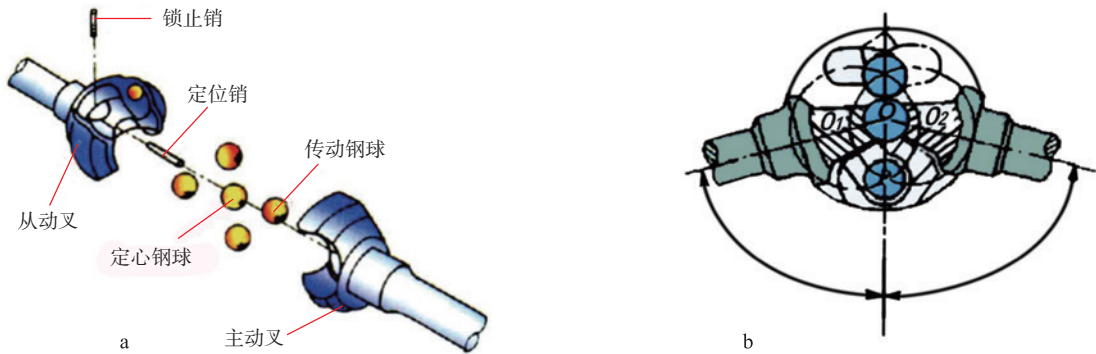


图 2-4-6

### (2) 球笼式等速万向节

球笼式等速万向节有两种形式, 一种是固定式, 一种是三球销式。目前轿车上最常用的是三球销式万向节, 许多车型通常同时装有这两种万向节。

#### 1) 固定式球笼万向节

如图 2-4-7 所示, 固定式球笼万向节主要由六个钢球、星形套、保持架和等速万向节壳等组成。星形套的内花键与半轴连接, 六个钢球分别位于六条由星形套和等速万向节壳形成的凹槽内, 由保持架保持在同一平面内。动力由半轴输入, 经钢球和等速万向节壳输出。为防止润滑脂外漏, 万向节由防尘套封护, 并用卡箍紧固。前轮驱动轿车一般采用这种万向节。

球笼式等速万向节内部构造如图 2-4-7 所示。这种万向节的内滚道和外滚道以相同的角度相对于轴向互相对称地倾斜, 且内外滚道是圆筒形的。在动力传递过程中, 内滚道和外滚道可以沿轴向相对移动。因此采用这种万向节可以省去万向传动装置中的滑动花键。

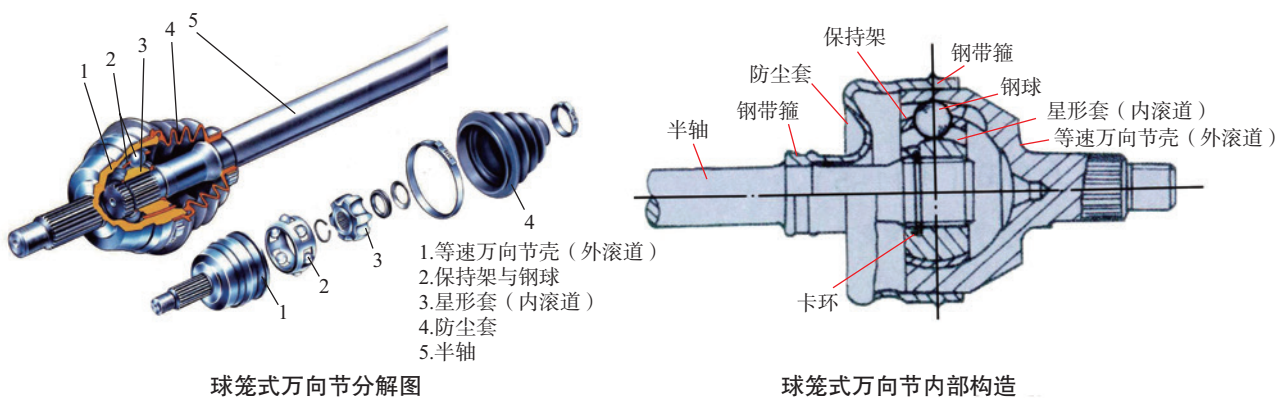


图 2-4-7

球笼式万向节允许两轴间最大夹角在  $15^\circ \sim 20^\circ$  之间, 能轴向滑动, 寿命长, 强度高, 不但满足了车轮和转向性能的要求, 还具有结构简单、尺寸小、重量轻等优点。

#### 2) 三球销式等速万向节

如图 2-4-8 所示为半轴上安装了三球销式等速万向节(也称三角架式万向节), 主要由三球销总成(包括三球销支架和滚动轴承)和等速万向节壳等组成。三球销支架总成的花键孔与半轴内端花键配合, 三个球销上都装有轴承, 以减小磨损。为防止润滑脂外漏, 万向节由防尘套封护, 并用卡箍紧固。三球销

式等速万向节结构简单、磨损小，并且可以轴向伸缩，在前后采用独立悬架的轿车上应用较多。



图 2-4-8

#### 4. 挠性万向节

挠性万向节是依靠弹性元件变形以适应两轴间在角度变化的情况下传递动力。由于弹性元件变形量有限，因此挠性万向节一般用于夹角较小的两轴间以及有微量轴向位移的传动系统，如图 2-4-9 所示。例如，安装在车架上的两个部件（发动机与变速器或变速器与分动器）之间，可使装配方便，不需轴线严格对正，并能消除工作中车架变形对传动的不利影响。挠性万向节不但结构简单，不需要润滑，而且还具有缓冲和减振作用。这种万向节应用范围很窄，一般在车辆的转向操纵机构中采用。

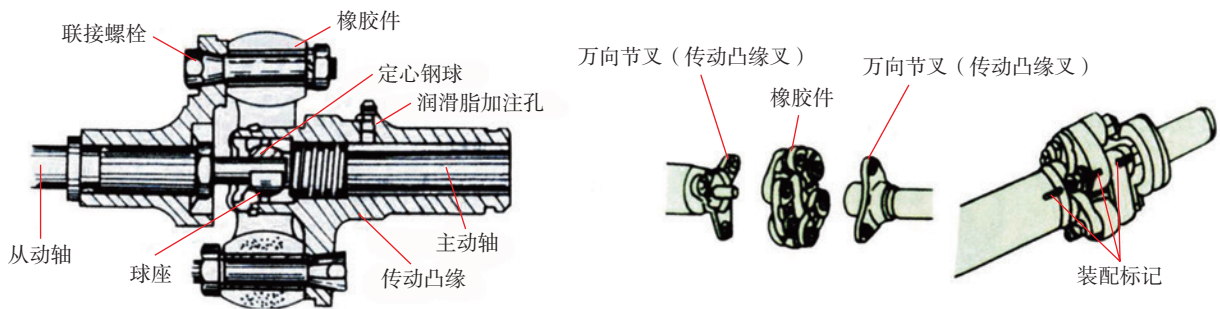


图 2-4-9

### 三、传动轴、中间支承和滚动花键

发动机前置后轮驱动的轿车上，变速器输出功率通过传动轴传入主减速器及差速器，带动后驱动轮转动。传动轴通常采用无缝钢管制造，两端焊有万向节叉，如图 2-4-10 所示。传动轴结构、套管、长度、直径及万向节类型都是不同的。四轮驱动汽车使用两根传动轴，一根驱动前轮，另一根驱动后轮。而前轮驱动、装备独立前悬架的四轮驱动汽车和装备独立后悬架的后轮驱动汽车都使用另外一对短传动轴，实际上就是汽车的驱动轴，称为半轴。

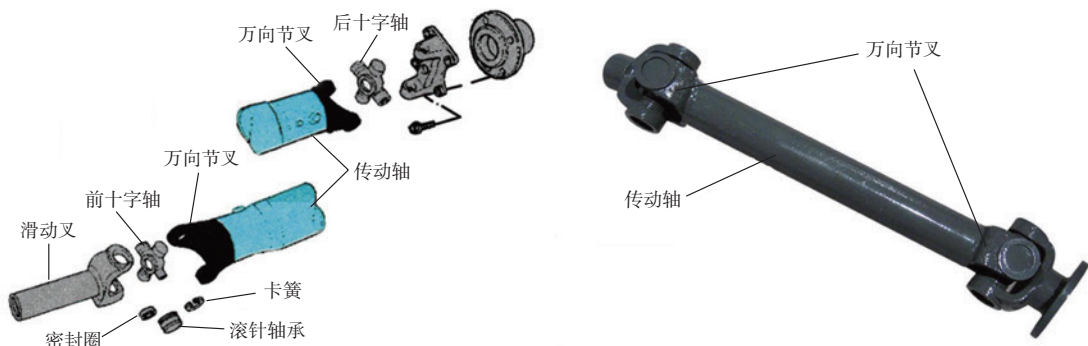


图 2-4-10

### 1. 传动轴的结构

汽车行驶过程中，变速器与驱动桥的相对位置会发生变化，为了避免运动干涉，传动轴通常装有一个或多个万向节，可以改变传动轴角度，以便与后桥总成的运动保持一致。随着传动轴角度的改变，其长度也会改变，因此采用滑动叉和花键轴组成的滑套连接，以实现传动轴长度的变化。滑动叉通常与前端的万向节相配合。

传动轴在高速旋转时，由于离心力作用会产生剧烈振动，因此，传动轴与万向节装配后必须满足动平衡要求。一般在传动轴的外侧焊接平衡片来平衡传动轴，平衡片位置如图 2-4-11 所示。平衡后，在滑动叉与传动轴上刻上箭头记号，以便拆卸后重装时二者的相对角位置保持不变。



图 2-4-11

另一种扭转管式传动轴，如图 2-4-12 所示，一般用在带独立后悬架和后固定式变速驱动桥上，有时旋转的内传动轴不需要万向节，如标致 505 的传动轴就是采用这种结构。

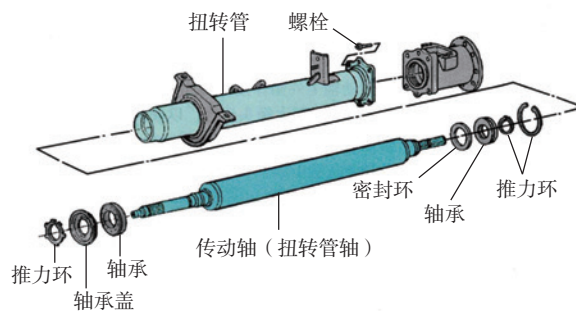


图 2-4-12 扭转管式传动轴

### 2. 传动轴的类型

由于驱动桥与车架是弹性连接的，普通万向传动装置不可能在任何情况下都保证等速传动。传动轴有几种布置形式，可以保证汽车满载在水平路面行驶时，近似等速。

#### (1) 越野汽车的传动轴

越野汽车传动轴的布置包括从变速器到分动器，又从分动器到各驱动桥，如切诺基，如图 2-4-13 所示。

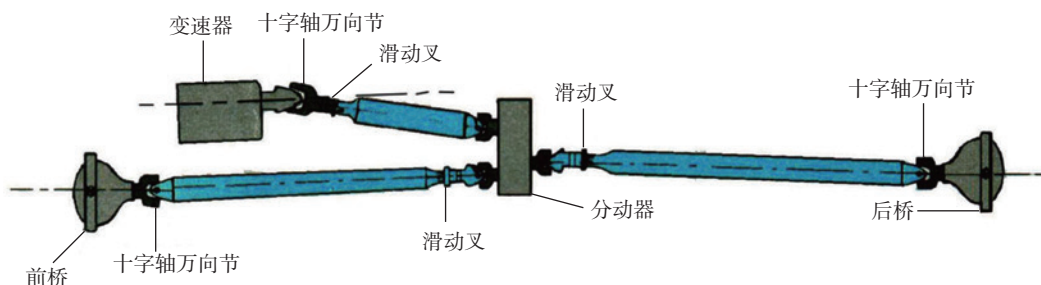


图 2-4-13

(2) 普通汽车传动轴

1) 单节式传动轴

如图 2-4-14 所示，普通汽车最简单的传动轴只有一节，其两端用万向节分别与变速器和驱动桥连接。装配时传动轴两端的万向节叉在同一平面内就保证满载时实现等速传动。

2) 双节式传动轴

传动轴分为两段，即中间传动轴和主传动轴，与三个十字轴式万向节组成万向传动装置。国产长城皮卡、南京依维柯都采用双节式传动轴。双节式传动轴的形式，如图 2-4-15 所示。某些汽车轴距过长，传动轴制成三节，以提高其刚度，前两节为中间传动轴，分别用中间支承支承于车架，每节传动轴两端的万向节叉都应分别在同一平面内。

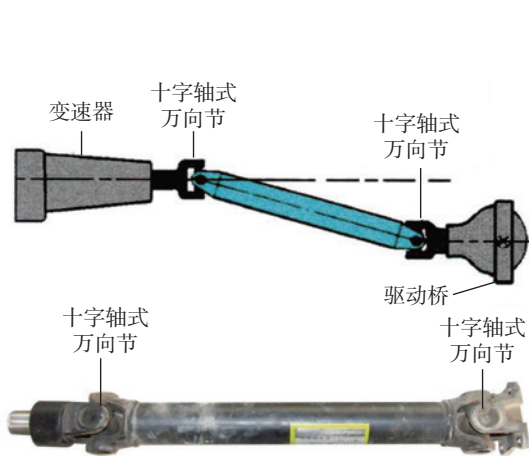


图 2-4-14 单节式传动轴结构图

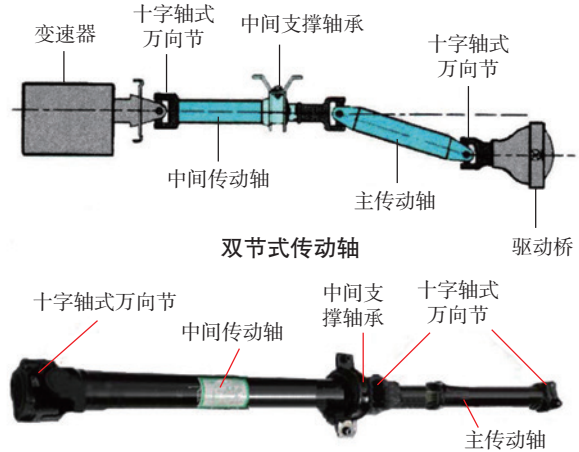


图 2-4-15 双节式传动轴结构图

3. 中间支承

双节传动轴中间要加装中间支承，中间支承通常装在车架横梁上，用以补偿传动轴轴向和角度方向的安装误差，以及汽车行驶时因发动机窜动或车架变形等所引起的位移。中间支承与车架之间一般不做刚性固定，而是通过橡胶等弹性体支承在车架上。

中间支承主要由中间轴承、固定轴承的支架和弹性元件（橡胶套筒）所组成。为了方便轴承的润滑，在中间支撑轴承上一般都有注油孔。如图 2-4-16 所示。

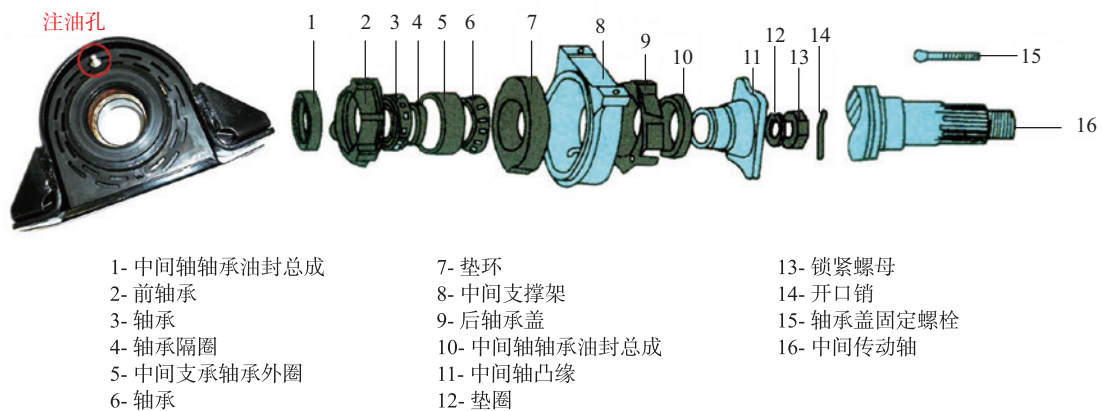


图 2-4-16

中间支承有多种类型，如双列圆锥滚子轴承式、摆动式、蜂窝软垫式，等等。其中蜂窝软垫式中间支承结构简单，效果良好，应用较广泛。

#### 4. 滑动花键

汽车在不同路面上行驶时，驱动桥总成会随后悬架做上下运动。由于变速器固定在车架上，不会随悬架运动而发生移动，因而变速器与后驱动桥之间的相对距离会发生变化。因此，传动轴上设置了花键接合套，如图 2-4-17 所示，在传动轴上采用滑动的花键以补偿后桥跳动时传动轴长度的变化。滑动花键在各个车型上所采用的形式也不同。



图 2-4-17



## 第五节 驱动桥

### 一、驱动桥的组成及功用

#### 1. 组成

驱动桥主要由主减速器、差速器、半轴和驱动桥壳等组成，是现代汽车传动系中必不可少的部分。

#### 2. 功用

- (1) 将发动机转矩通过主减速器、差速器、半轴等传递到驱动车轮，实现降速，增大转矩。
- (2) 通过主减速器改变转矩的传递方向。
- (3) 通过差速器实现两侧车轮差速作用，保证内、外侧车轮以不同转速转向。

#### 3. 驱动桥的类型

驱动桥总成的结构形式，共有两种，即整体式驱动桥和断开式驱动桥，它由驱动桥壳、主减速器、差速器和半轴组成。

##### (1) 整体式

整体式驱动桥采用非独立悬架，如图 2-5-1 所示。其驱动桥壳为一刚性的整体，驱动桥两端通过悬架与车架连接，左右半轴始终在一条直线上，即左右驱动轮不能相互独立的跳动。当某一侧车轮通过地面的凸出物或凸坑升高或下降时，整体驱动桥及车身都要随之发生倾斜，车身波动大。

##### (2) 断开式

断开式驱动桥采用独立悬架，如图 2-5-2 所示。其主减速器固定在车架上，驱动桥壳制成段并用铰链连接，半轴也分段并用万向节连接。驱动桥两端分别用悬架与车架连接。这样，两侧的驱动轮及桥壳可以彼此独立的相对于车架上下跳动。

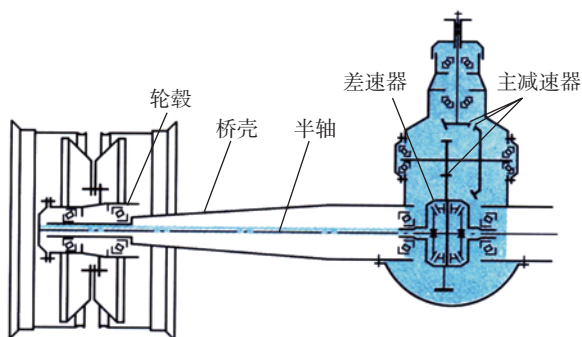


图 2-5-1 汽车整体式驱动桥示意图

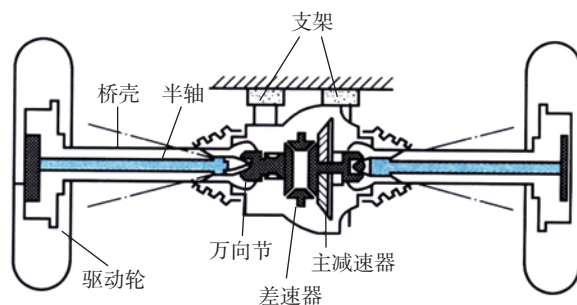


图 2-5-2 断开式驱动桥示意图

## 二、驱动桥结构形式的选择

非断开式与断开式驱动桥结构形式的选择，与汽车悬挂总成结构形式的选择有密切关系。当驱动车轮采用非独立悬挂时，应选用非断开式驱动桥，而当驱动车轮采用独立悬挂时，则应选用断开式驱动桥。因此，前者又称为非独立悬挂驱动桥；后者又称为独立悬挂驱动桥。图 2-5-3 给出了当汽车在不平路面上行驶时，这两种形式的驱动桥对车厢位置的影响。采用独立悬挂驱动桥，驱动车轮与地面的接触情况及对各种地形的适应性比较好，因此可大大地减少汽车在不平路面上行驶时的振动和车厢倾斜。

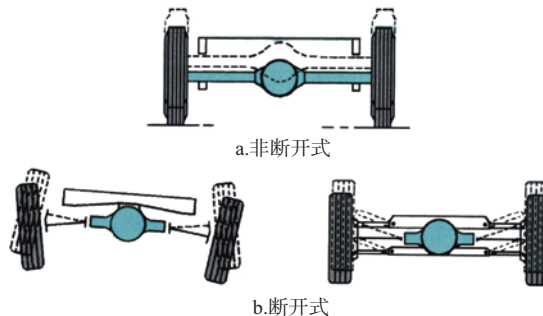


图 2-5-3 断开式驱动桥示意图

由于断开式驱动桥及与之相配的独立悬挂结构复杂，故这种结构主要用于对行驶平顺性要求较高的小轿车上及一些越野汽车上，且后者多属于轻型以下的越野汽车或多桥驱动的重型越野汽车。

变速驱动桥与非变速驱动桥：

### (1) 变速驱动桥

在前轮驱动汽车上（如图 2-5-4 所示为桑塔纳汽车变速驱动桥），变速器齿轮装置、差速器和驱动桥组件装配于变速器壳体中，壳体位于汽车的前部，与发动机后部相连。发动机动力通过离合器传到变速器的输入轴，变速器改变动力输入的转矩和速度，然后将其动力通过半轴传给前车轮，这种特点是其传动系部件重量施加在汽车驱动桥上方，结构较其它形式的汽车紧凑，优点是在打滑的路面上附着性能好。这种车辆的变速器称为变速驱动桥。近年来前轮驱动的轿车越来越多，因此这种类型的汽车维修也十分普遍。

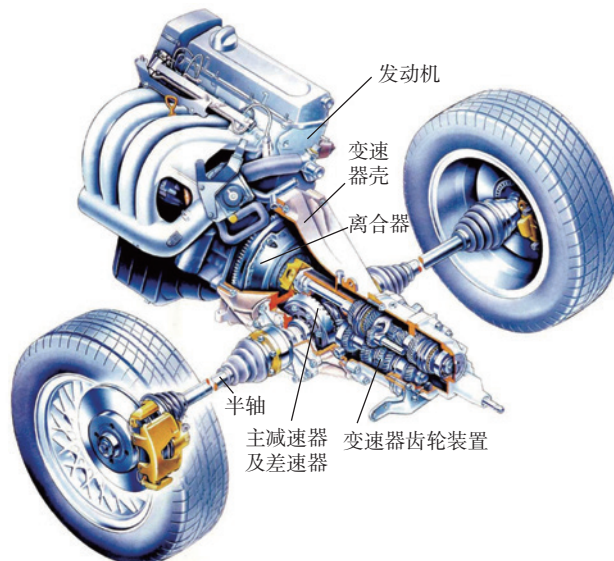


图 2-5-4 断开式驱动桥示意图

### (2) 非变速驱动桥

在后轮驱动汽车上，变速器壳体内只装备了变速器齿轮装置，传动轴与变速器的输出轴相连，差速器和驱动桥部件装配于驱动桥壳体内，位于汽车后部，变速器通过万向传动装置将动力传递给后轮驱动桥，然后通过主减速器、差速器、半轴将动力传递到后轮上。

### 三、主减速器

主减速器在驱动桥内能够将转矩和转速改变的机构，有两个作用，第一是改变动力传输的方向，第二是作为变速器的延伸为各个档位提供一个共同的传动比。

变速器的输出是一个绕纵轴转动的力矩，而车轮必须绕车辆的横轴转动，这就需要有一个装置来改变动力的传输方向。之所以叫主减速器，就是因为不管变速器在什么档位上，这个装置的传动比都是总传动比的一个因子。有了这个传动比，可以有效的降低对变速器的减速能力的要求，这样设计的好处是可以有效减小变速器的尺寸，使车辆的总布置更加合理。

单级减速器就是一个主动锥齿轮（俗称角齿），和一个从动伞齿轮（俗称盆角齿），如图 2-5-5 所示主动锥齿轮连接传动轴，顺时针旋转，从动伞齿轮贴在其右侧，啮合点向下转动，与车轮前进方向一致。由于主动锥齿轮直径小，从动伞齿轮直径大，达到减速的功能。

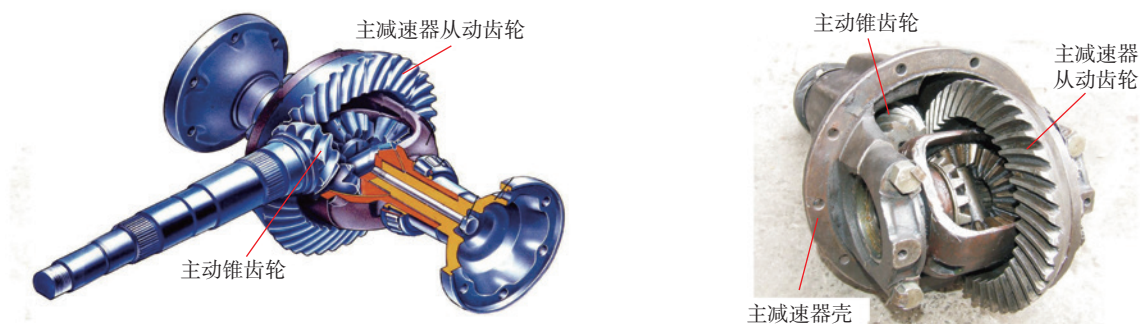


图 2-5-5 单级减速器结构

### 四、差速器

汽车行驶过程中，车轮对路面的相对运动有两种状态，即滚动和滑动。

当汽车转弯行驶时，内外侧车轮中心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，则此时内、外轮必然在滚动中产生滑动现象，如图 2-5-6 所示；同样，在不平路上直线行驶时，若保持角速度不变，那么两个车轮对路面的滚动就必然存在。为保证各个车轮有可能以不同的角速度旋转，驱动桥设置了差速器装置，它由主减速器从动齿轮驱动。

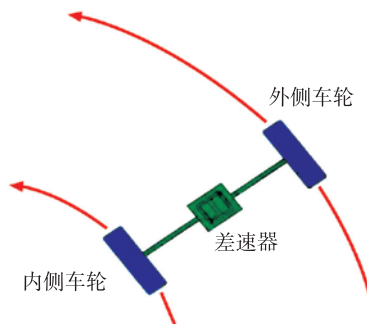


图 2-5-6

前轮驱动、后轮驱动和四轮驱动的汽车上都采用了差速器装置。一般情况下，主减速器和差速器位于同一壳体中，工作时两部件紧密联系，在某些手册中，差速器的结构中包括主减速器。

#### 1. 分类和结构

在驱动桥的设计中，选择差速器的结构形式时，应当首先从所设计汽车的类型及其使用条件出发，使所选用的差速器能够满足该汽车在给定使用条件下的性能要求。差速器的结构形式有多种，主要分为

对称式圆锥行星齿轮差速器和防滑差速器。

(1) 对称式圆锥行星齿轮差速器

对于在公路上行驶的汽车来说，由于路面较好，各驱动车轮与路面的附着系数变化很小，因此几乎都采用了结构简单、工作平稳、制造方便的普通对称式圆锥行星齿轮差速器，作为安装在左右驱动车轮之间的所谓轮间差速器使用。

(2) 防滑差速器

对于经常行驶在泥泞、松软土路或无路地区的越野汽车来说，为了防止因某一侧驱动车轮滑转而陷车，则可采用防滑差速器。防滑差速器又可分为强制锁止式和自锁式两类。

2. 对称式圆锥行星齿轮差速器

(1) 前轮驱动差速器结构

在前轮驱动汽车上，主减速器和差速器通常是位于汽车前部的变速器壳内。其结构和在壳内的定位根据发动机的布置形式而略有不同。发动机横置时，曲轴中心线和半轴在同一平面上。发动机纵置时，主减速器将扭矩旋转 90 度方向，即变为垂直方向。

差速器由差速器壳、行星齿轮、行星齿轮轴和半轴齿轮等组成，如图 2-5-7 所示。主减速器从动齿轮为一斜齿轮，用螺栓安装在差速器壳上，两侧分别通过两个圆锥滚动轴承安装在变速驱动桥上。垫片的厚度可以调节，以达到调整轴承预紧度的目的。差速器中装有四个小齿轮，即两个行星齿轮和两个半轴齿轮，半轴与半轴齿轮内的花键相互啮合。

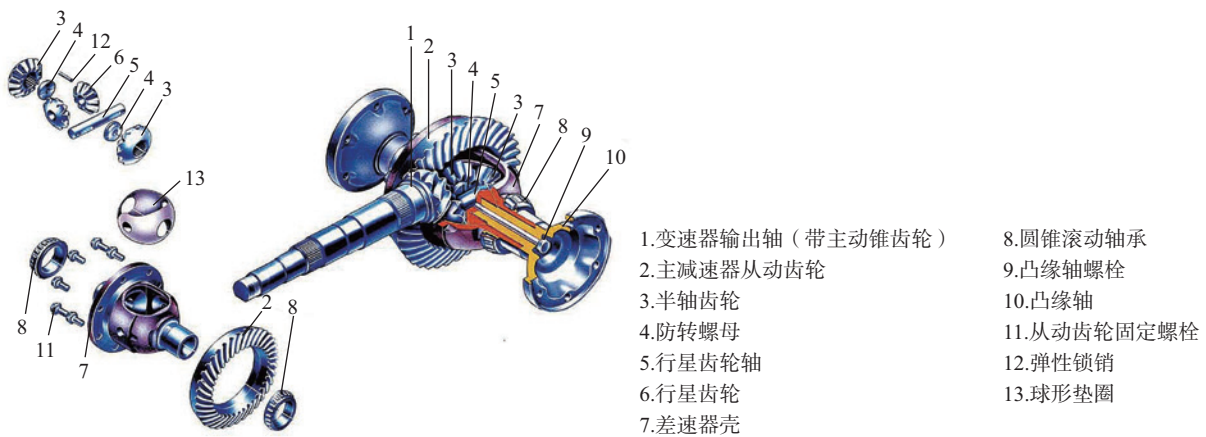


图 2-5-7

(2) 后轮驱动差速器结构

在后轮驱动的车辆上，主减速器和差速器通常位于车辆后部的驱动桥桥壳内，变速器通过万向传动装置将动力传递给主减速器，再由主减速器从动齿轮通过差速器分别驱动两侧半轴，这种形式的差速器称为轮间差速器，如图 2-5-8 所示。差速器壳一般由铸铁制成，通过两个圆锥滚动轴承支承。

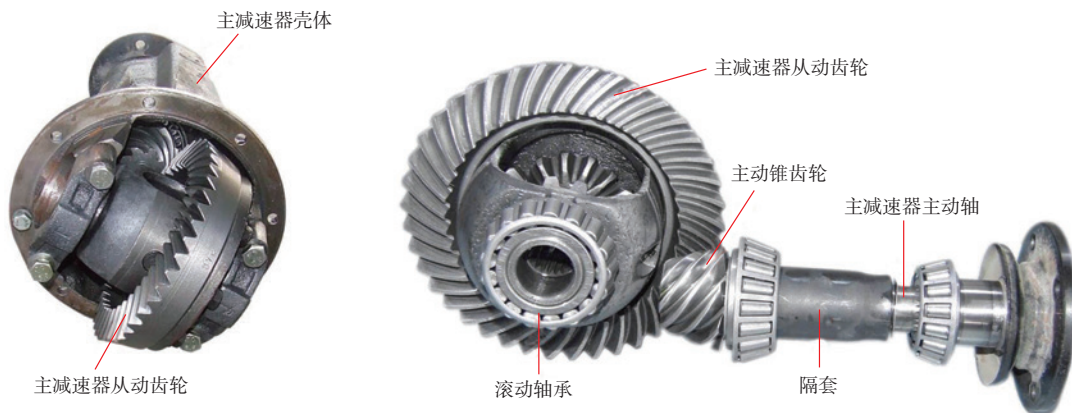


图 2-5-8

后驱汽车上采用的差速器结构装配时，圆锥滚动轴承应有一定的装配预紧度，即在消除轴承间隙的基础上，再施以一定的压紧力，其目的是为了减小锥齿轮传动过程中产生轴向力所引起的齿轮轴的轴向位移，以提高轴的支承刚度，保证锥齿轮副正常啮合。但装配不能过紧，否则会导致传动效率低，且加速轴承磨损。

由以上分析可知，发动机前置的前驱和后驱汽车，其主减速器的差别是：前驱横置结构的主减速器并没有改变输出轴的旋转方向，动力直接由变速器传至差速器。而后轮驱动的车辆，主减速器改变了动力传输方向，方向旋转接近于直角，如图 2-5-9 所示。

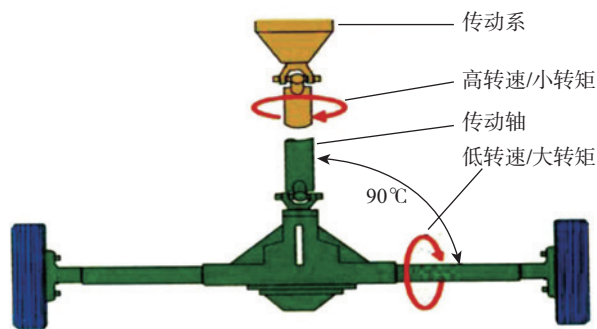


图 2-5-9

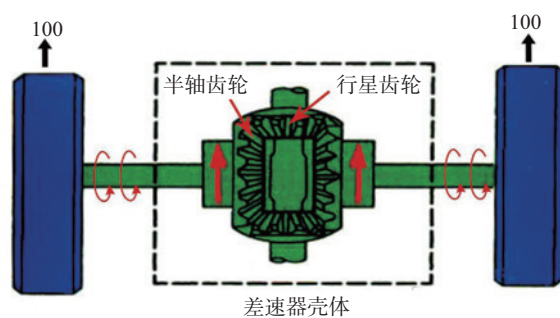


图 2-5-10 汽车直线行驶时差速器的运动

### (3) 工作原理

差速器的差速作用，源于行星齿轮的三种可能运动工况：

- \* 绕差速器轴线转动——称为“公转”；
- \* 绕行星齿轮轴线转动——称为“自转”；
- \* 公转的同时进行自转。

#### 1) 直线行驶时的差速器运动

当汽车正常直线行驶时，行星齿轮只同差速器壳一起绕差速器轴线旋转（公转）左、右半轴齿轮速度相等，同时差速器壳体带动主减速器从动齿轮以相同的回转速度旋转，即所有的齿轮和壳体作为同一构件转动。此时无差速作用。动力经主减速器从动齿轮、差速器壳、行星齿轮轴、行星齿轮传给两侧的半轴齿轮，然后通过半轴将动力传给驱动车轮，两侧车轮转速相等，如图 2-5-10 所示。

#### 2) 汽车转弯时的差速器运动

汽车转弯行驶时（如图 2-5-11 所示，汽车向右转弯），两侧车轮所遇到阻力不同，内侧车轮比外侧车轮所遇阻力大，其结果使得行星齿轮顺时针旋转，当行星齿轮除公转外，还绕自身轴线以某一转速自转时，则左半轴齿轮的转速将在原转速的基础上，重叠一个因行星齿轮自转引起的转速，同时，右半轴齿轮则减去一个大小相同、转向相反的转速，对左右半轴齿轮来说，其转速的总和保持不变。

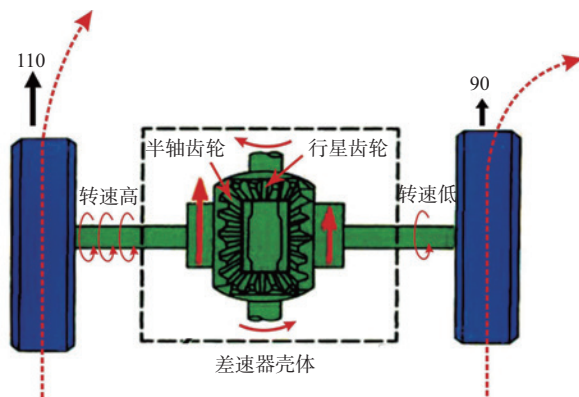


图 2-5-11 汽车转弯行驶时差速器的运动

上述现象称之为两半轴齿轮直径相等的对称式锥齿轮差速器的运动特性（如图 2-5-10 和 2-5-11 所示）。此特性表明，左右两侧半轴齿轮的转速之和等于差速器壳转速的两倍，而与行星齿轮的转速无关。因此，在汽车不同行驶工况和条件下，都可借助行星齿轮通过相应转速自转，使两侧车轮以不同转速在地面上实现滚动这种差速器的另一特性是扭矩平均分配，即可认为无论左右轮转速是否相等，左右轮上扭矩的分配近似相等。

### 3. 防滑差速器

扭矩平均分配特性适用于在良好路面上行驶时汽车的工作特性。但在坏路面上行驶时，或当汽车一侧驱动车轮陷入低附着系数路面（如泥泞或冰雪路面）时，都会因为这一特性，使汽车无法获得足够的牵引力，从而严重影响汽车的操纵性和稳定性。

为此，在一些车辆的差速器上装备防滑差速器，其原理为：当左右侧车轮附着力不同时，驾驶员通过挂上差速器锁（强制锁止式防滑差速器），使左右驱动车轮成为刚性连接，差速器不起作用，以提高其总牵引力，从而提高汽车越野通过能力，如图 2-5-12 所示。

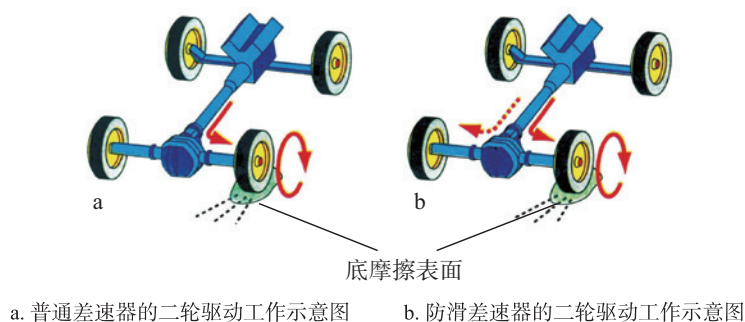


图 2-5-12 防滑差速器工作示意图

常见的防滑差速器分为强制锁止式（即差速锁）和自锁式两种。

#### （1）强制锁止式（即差速锁）

充分利用牵引力的最简单的方法之一是在普通的行星齿轮差速器上加装差速锁，路况需要时把差速器锁住，此时左右驱动车轮可以传递由附着力决定的全部扭矩。但是，当汽车驶入较好路面时，差速器锁止机构应及时松开，否则将产生与无差速器一样的问题，例如转弯困难、轮胎磨损加速、传动系零件过载和功率消耗过多等。由于上述原因，强制锁止差速器的方法没有得到广泛应用。

#### （2）自锁式

自锁式差速器种类很多，它们的共同特点是在两驱动轮（轮间差速器）或四轮驱动（轴间差速器）转速不同时，不需要人工操纵，自动实现向其中一方多分配一些扭矩，以提高车辆的总牵引力。

为了充分提高汽车的牵引力，保证扭矩在驱动车轮间的不等分配，并避免上述强制锁止式差速器缺点的基础上，创造了各种类型的自锁式差速器。常见的自锁差速器有：粘性联轴节差速器、托森差速器。

##### 1) 粘性联轴节差速器

粘性联轴节差速器是在原来普通差速器的基础上，在差速器内的半轴齿轮与差速器壳之间增加了摩擦片防滑装置，汽车正常行驶时，差速器壳通过行星齿轮轴及行星齿轮将动力传递给半轴齿轮，此时半轴齿轮与差速器壳的转速是相同的，转弯时，因为行星齿轮发生了自转，两侧半轴齿轮的转速相对于差速器壳的转速增加或减少：一侧增加的转速等于另一侧减少的转速，实现汽车的转变。

而当出现一侧车轮在附着力小的滑湿路面打滑时，另一侧车轮没有驱动力，此时，打滑车轮侧的半轴齿轮的转速是差速器壳转速的两倍，在这种严重打滑的状态下，位于半轴齿轮与差速器壳之间的防滑装置接合，差速器壳动力通过防滑装置（摩擦片）将动力直接传递给半轴齿轮，打滑侧的半轴齿轮转速下降后，另一侧车轮就会获得驱动力，如图 2-5-13 所示。

粘性联轴节差速器的防滑装置是通过液体实现接合的。其内部充满专用硅油，当左右驱动轮转速不同（即发生相对转动）时，硅油就会受热膨胀，转速差越大，产生热量越大，当达到某一界限时，受热膨胀的硅油就会将防滑装置压合，使驱动轮同步，实现锁止。这种方式结构比较复杂，但不需要驾驶员进行操作。

### 2) 托森差速器

托森差速器的结构如图 2-5-14 所示，该差速器由差速器壳，左、右半轴蜗杆、蜗轮轴和蜗轮等组成。差速器壳与主减速器的从动齿轮相连。三对蜗轮通过蜗轮轴固定在差速器壳上，分别与左、右半轴蜗杆相啮合（其中三个蜗轮与左半轴蜗杆相啮合，另外三个蜗轮与右半轴的蜗杆相啮合），每个蜗轮两端固定有直齿圆柱齿轮。成对的蜗轮通过两端相互啮合的直齿圆柱齿轮发生联系。差速器外壳通过蜗轮轴带动蜗轮绕差速器半轴轴线转动，蜗轮再带动半轴蜗杆转动。当汽车转向时，左、右半轴蜗杆出现转速差，通过成对蜗轮两端相互啮合的直齿圆柱齿轮相对转动，使一侧半轴蜗杆转速加快，另一侧半轴蜗杆转速下降，实现差速作用。转速比差速器壳快的半轴蜗杆受到三个蜗轮给予的与转动方向相反的附加转矩，转速比差速器壳慢的半轴蜗杆受到另外三个蜗轮给予的与转动方向相同的附加转矩，从而使转速低的半轴蜗杆比转速高的半轴蜗杆得到的驱动转矩大，即当一侧驱动轮打滑时，附着力大的驱动轮比附着力小的驱动轮得到的驱动转矩大。

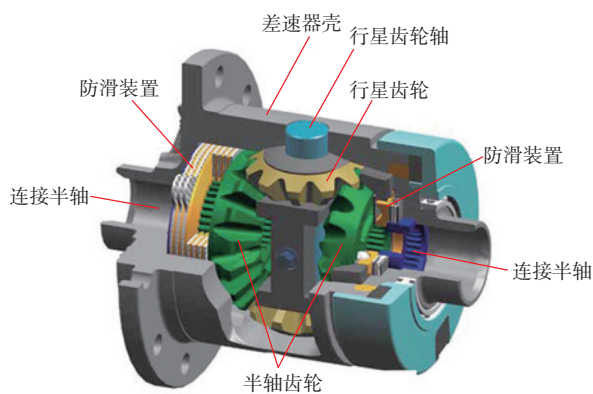


图 2-5-13

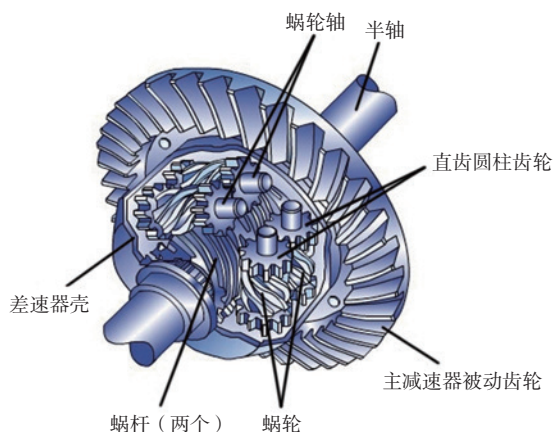


图 2-5-14

## 五、驱动器壳

### 1. 功能

驱动桥桥壳是汽车上的主要部件之一（主要指发动机前置后轮驱动的车辆，前轮驱动车辆的主减速器、差速器安装在变速器内部），它起着支承汽车重量的作用，并将载荷传给车轮。作用在驱动车轮上的牵引力、制动力、横向力，也是经过桥壳传到悬挂及车架或车厢上。因此，桥壳既是承载件又是传力件，同时它又是主减速器、差速器及驱动车轮的传动装置（如半轴）的外壳。在汽车行驶过程中，桥壳承受繁重的载荷，尤其是当汽车通过不平路面时，车轮与地面间所产生的冲击载荷。

### 2. 类型

桥壳的结构形式大致可分为两种：分段式和整体式。

#### (1) 分段式桥壳

按其组合的不同，分段式桥壳又可分为二段可分式和三段可分式两种。大多数分段式桥壳为二段式。如图 2-5-15 所示，整个桥壳由一个垂直接合面分为左右两个部分，每一部分均由一个铸造壳体和一個压入其外端的半轴套管组成。半轴套管与壳体用铆钉连接或者与壳体制为一体。装配主减速器及差速器后，左右两半桥壳是通过中央接合面处的一圈螺栓连成一个整体。可分式桥壳的特点是中间接合面两边桥壳的座即为差速器总成的轴承座，所以轴承的支承刚度很好。这种桥壳看起来似乎结构比较简单，但对主减速器的装配、调整及维修都很不方便。修理主减速器时，需将整个桥壳从车上拆下。使用这种桥壳，装配、调整主减速器齿轮时，看不见摸不着，生产效率低，不易保证产品质量。桥壳的强度和刚度也比较低，总的来说这种可分式桥壳结构比较落

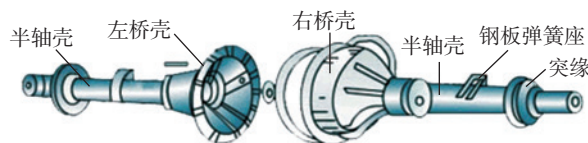


图 2-5-15

后，维修、装配等工艺性差，因此被淘汰。

### (2) 整体式桥壳

整体式桥壳的特点是将整个桥壳做成一个整体。此时桥壳可看成一根整体的空心梁，因此与可分式桥壳相比，其强度及刚度都比较大。如图 2-5-16 所示。这种结构的另一特点是桥壳与主减速器壳分作两部分。主减速器齿轮及差速器总成均装在与桥壳分开的独立壳体里，构成一个单独的总成（主减速器与差速器总成），调整好以后再由桥壳中部前面装入桥壳内，并与桥壳用螺栓紧固在一起。



图 2-5-16

这种结构对主减速器和差速器的拆装、调整、维修、保养等都十分方便。维修、调整主减速器时，不必把整个驱动桥壳从车上拆下来，这是整体式桥壳的最大优点。

## 六、半轴

### 1. 功用

半轴位于汽车传动系的末端，其功能是将扭矩由差速器半轴齿轮传给驱动车轮。半轴的结构形式与驱动桥的结构形式密切相关。对于断开式驱动桥来说，其驱动车轮的传动装置采用半轴和万向节传动。对于一般的非断开式驱动桥，驱动车轮传动装置采用半轴，此时半轴将差速器中的半轴齿轮和车轮轮毂连接起来。

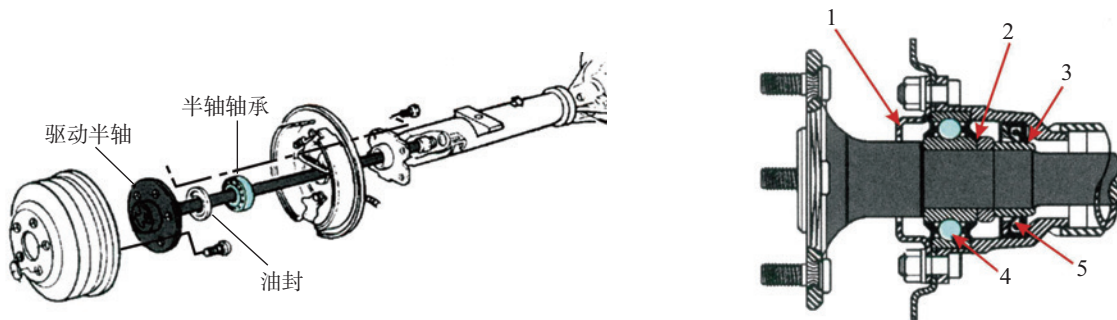
### 2. 结构

#### (1) 非断开式驱动桥半轴的结构

半轴是在差速器与驱动轮之间传递动力的实心轴，其内端与差速器的半轴齿轮连接，而外端则与驱动轮的轮毂相连。半轴与驱动轮的轮毂在桥壳上的支承形式，决定了半轴的受力状况。现代汽车基本上采用全浮式半轴支承和半浮式半轴支承两种形式。

##### 1) 半浮式半轴

半浮式半轴以靠近外端的轴颈直接支承在置于桥壳外端内孔中的轴承上，而端部则以具有圆锥面的轴颈及固定装置与车轮轮毂相固定。如图 2-5-17 所示，在半浮式半轴中常见的半轴支承结构。



球轴承支承的半浮式半轴（半轴轴承位于轴壳内侧）

图 2-5-17

半浮式半轴除传递扭矩外，还要承受车轮传来的垂向力、纵向力（驱动力或制动力）及侧向力所引起的弯矩。作用在车轮上的各反力都必须经过半轴传给驱动桥壳。由于这种支承形式只能使半轴内端免受弯矩，而外端却承受全部弯矩，故称为半浮式。由此可见，半浮式半轴承受的载荷复杂，但它具有结构简单、重量轻、造价低廉的优点，因此半浮式半轴广泛用于重量较轻、使用条件较好、承载负荷也不

大的小轿车和轻型载重汽车。

2) 全浮式半轴

如图 2-5-18 所示，全浮式半轴的外端和半轴套管上的轮毂相连接，轮毂以两个圆锥滚子轴承支承于桥壳。由于车轮所承受的垂向力、纵向力、侧向力以及由这些力所引起的弯曲都经过轮毂、轮毂轴承传给桥壳，因此全浮式半轴只承受扭矩而不承受弯曲。具有全浮式半轴的驱动桥的外端结构比较复杂，需采用形状复杂且尺寸较大、重量较重的轮毂，制造成本较高，故小型汽车不必采用这种结构。但由于其工作可靠，故广泛用于轻型以上的各种载重汽车。如果全浮式半轴出现断裂现象，维修中半轴能从桥壳上拆卸下来，因为后轮可绕后桥壳转动，驾驶员能将损坏的汽车拖到维修地点以便更换半轴。这是全浮式半轴结构的优点。

(2) 断开式驱动桥驱动轴的结构

如前所述，前轮驱动车辆的前轮既是转向轮又是驱动轮。作为转向轮，要求它能在最大转角范围内任意转动某一角度；作为驱动轮，则要求驱动轴在车轮偏转以及车轮相对于差速器上下运动过程中，不间断地把动力从差速器传递到驱动车上。因此，驱动轴不能制成整体而要分段，并且要用万向节连接，以适应行驶时半轴各段夹角变化的需要。为保证驱动两端角速度变化均匀，其万向节必须能实现等速传动，即等速万向节。由于该车前轮采用独立悬架，则靠近差速器处和靠近车轮处均需有等速万向节，靠近差速器的称为半轴内侧万向节（内球笼），靠近车轮的称为半外侧万向节（外球笼），如图 2-5-19 所示。

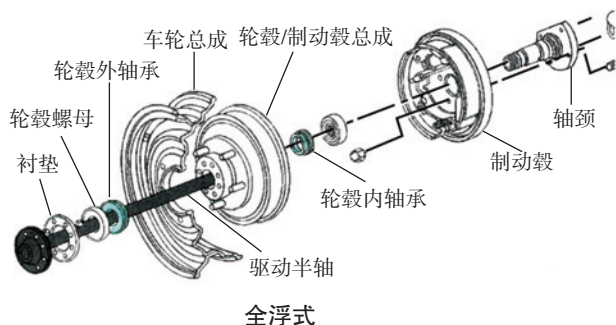


图 2-5-18

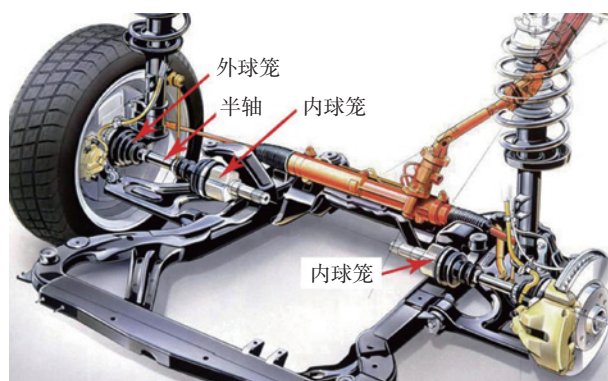
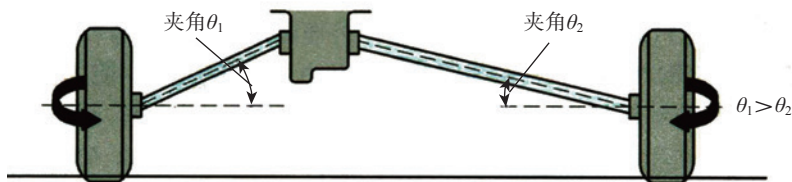


图 2-5-19

驱动轴的长度取决于发动机和驱动桥的安装位置，还取决于驱动桥的结构。因此有些车型的左右驱动轴的长度是相等的，而某些车型是不等的。如果左右驱动轴长度不等，则长轴的刚性较小，传递扭矩时容易产生扭振，进而导致振动、噪声，降低行车稳定性。若两根驱动轴长度差异过大，容易发生力矩的偏向。在急加速或起步时，车头产生“发飘”的现象，进而引起驱动轴与水平的夹角增大，如图 2-5-20 所示，引起两侧车轮向内转动的趋势，由于驱动轴短的一侧夹角更大，结果是车轮朝向驱动轴长的一侧偏转。



驱动轴不相等时车轮的偏转现象

图 2-5-20 驱动轴不相等时车轮的偏转现象

为了避免这种现象的发生，一般采用在长驱动轴上安装动态阻尼块、加装中间轴承办法改善汽车的操纵稳定性。

1) 采用动态阻尼块（平衡块）

在装有不等长驱动轴的汽车上，长的驱动轴通常比较粗，或为空心，这样可使两根驱动轴发生扭振

的量相同。长驱动轴上装有动态阻尼块（又称为平衡块，如图 2-5-21 所示），用来减小传动中的振动，驱动轴高速旋转时能保持平衡。动态阻尼块用花键紧固于驱动轴上，并用弹性卡环定位。

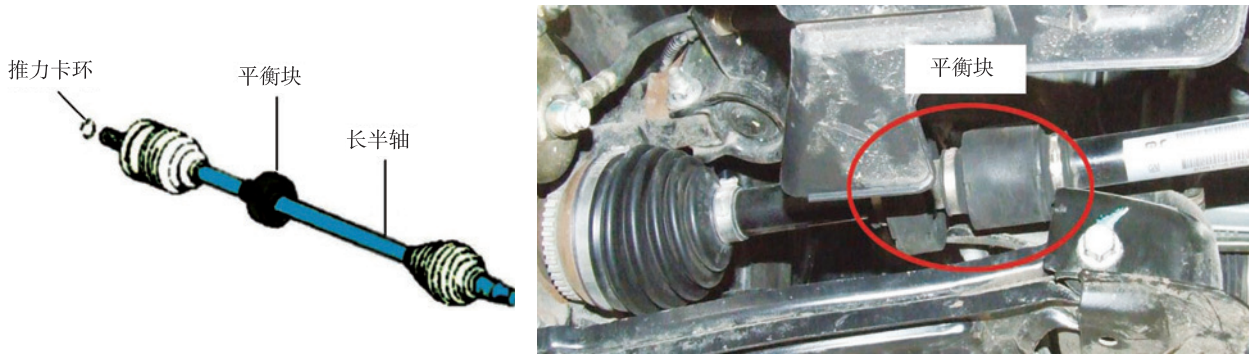


图 2-5-21

### 2) 设置中间轴承

如图 2-5-22 所示，中间轴承一般固定在气缸体上。下图右侧驱动轴（驱动轴）分两段，由中间轴和驱动轴组成。中间轴内端用花键与差速器驱动轴齿轮相连，外端通过中间轴承、内等速万向节与驱动轴相连，驱动轴通过外等速万向节驱动车轮，以输出转矩。此外，在汽车行驶时，车轮随悬架变形而作横向摆动和上下跳动，使车轮中心与主减速器中心间的距离不是定值，这就要求驱动轴有一定的伸缩量，以补偿其距离的变化。

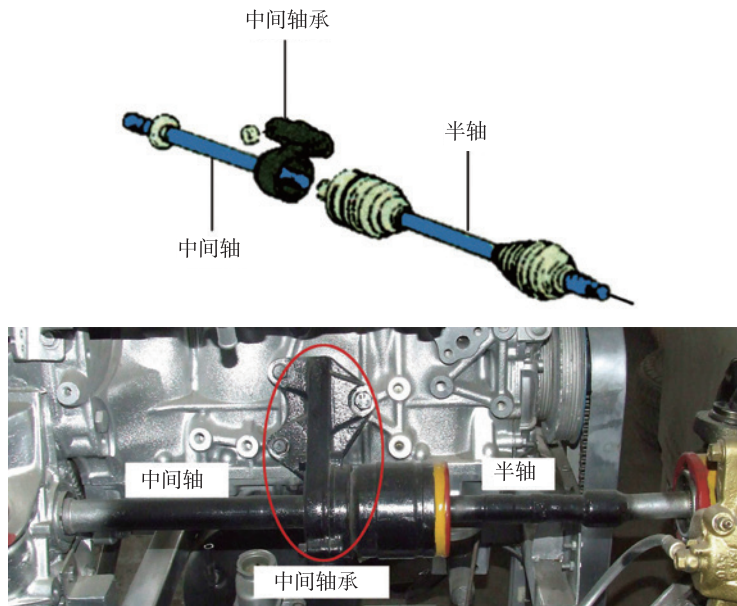


图 2-5-22



## 第六节 传动系的维护与保养

齿轮油在汽车上主要用在手动变速器、差速器、驱动后桥的润滑中。

### 一、齿轮油

#### 1. 齿轮油的性能

(1) 合适的粘度和良好的耐高温性能

齿轮油的粘度和承载力有密切关系，粘度增加容易形成油膜，有利于保护齿面。但是粘度过高齿轮工作时动力损耗大、降低功率和增加油温。

(2) 足够的承载性

齿轮油应在高速、低速重载或冲击负荷下迅速形成保护油膜，以防止齿面磨损、擦伤和过热胶合。

(3) 良好的热氧化安定性

齿轮油在工作中被剧烈搅动，在与空气、金属、杂质等接触中，特别是重型卡车驱动桥，齿轮装置工作温度相当高，齿轮油的氧化是一个突出的问题，直接影响到油品的使用寿命。

(4) 良好的防腐蚀性

齿轮装置中的滑动轴承，变速器的同步环都是由铜合金制成的容易被腐蚀，因此要求齿轮油对金属的腐蚀性要小。

(5) 良好的抗泡沫性

齿轮转动时将空气带入油中形成泡沫，如果泡沫存在于齿面上会破坏油膜的完整性，造成润滑失效，因此要求齿轮油具有良好的抗泡沫性。

#### 2. 齿轮油的规格

目前世界各国广泛采用美国石油学会的标准。美国石油学会（简称 API 建于 1919 年），是美国第一家国家级的商业协会，也是全世界范围内最早、最成功的制定标准的商会之一。

表 2-6-1 美国石油学会（API）齿轮油使用分类

类别	使用说明	我国相应标准
GL-1	不加极压抗磨剂，只加抗氧防锈剂，用于手动变速器。	
GL-2	条件缓合的汽车蜗轮驱动桥润滑，含有少量极压抗磨剂。	
GL-3	用于汽车手动变速箱及螺旋伞齿轮驱动桥。	SH/T0350-92
GL-4	重负荷螺旋伞齿轮及缓合的双曲线齿轮，评定此类产品台架装置已不生产，普遍采用 GL-5 复合剂量减半调制。	
GL-5	高速冲击负荷、高速低扭矩和低速高扭矩下的各类齿轮，特别是双曲线齿轮。	GB13895-92
GL-6	具有高偏置的轿车双曲线齿轮驱动桥。	
MT-1	客车和重型卡车上手动变速器，提供防止化合物热降解，部件磨损及密封件变坏的性能。	

(1) 美国石油学会 (API) 对齿轮油的使用分类

美国石油学会 (API) 使用分类见表 2-6-1, 其中 GL-1、GL-2、GL-3、GL-6 已经过时不再使用, 只有 GL-4、GL-5 和 MT-1 为有效分类。



图 2-6-1 一汽大众售后服务站指定用齿轮油

齿轮油在石油产品的润滑剂和有关产品 (L 类) 中列为 C 组, 我国参照美国石油学会 (API) 车辆齿轮油的使用分类于 1989 年发布了 C 组产品的分类 GB/T7631、7-89, 该分类只包括车辆齿轮油内容, 采用了 L-CLC、L-CLD、L-CLE 代替了 GL-3、GL-4、GL-5。由于所涉及的品种代号是我国独创的在实践中无法使用, 所以后来很快又修订了该标准, 仍延用美国石油学会 (API) 的分类。图 2-6-1 为一汽大众售后服务站指定用齿轮油。

(2) 齿轮油型号含义

齿轮油型号中的数字含义与环境温度有着直接的关系见表 2-6-2。

表 2-6-2 齿轮油型号含义

齿轮油粘度级别	使用环境温度
75W	-57℃~ 10℃
80W/90	-25℃~ 49℃
85W/90	-15℃~ 49℃
140	-7℃~ 49℃

3. 齿轮油的合理选用

合理选用润滑油是车辆长期安全运行的关键因素, 要注意齿轮油的粘度牌号, 按照车辆使用说明进行选择。我国南北气候相差很大, 不能按一个模式来选择粘度。我国江南地区冬季温度不低于 -10℃, 可全年使用 SAE90 或 SAE140 单级油; 北方地区为适当延长换油期, 避免季节换油造成浪费, 可选用冬夏通用的多级油, 黄河以南地区可选用 85W/90 或 85W/140, 西北、东北地区可选用 80W/90, 80W/140 或 75W/90。多级齿轮油有良好的低温启动性, 良好的高温润滑性, 并有一定的节能效果。

二、液压式离合器油液的更换与管路的排气操作

液压式离合器系统在长期工作过程中, 储液罐内的制动液会吸收空气中的水分, 沸点降低, 易在油液管路中产生气泡, 且制动液会逐渐变质, 影响离合器的正常操作。因此, 应该按照维修手册上的要求, 定期对离合器储液罐内的制动液进行更换操作和对离合器油液管路进行排气操作。

离合器总泵储液罐内制动液的液面位置应在上、下线之间, 制动液不足时应添加, 如图 2-6-2 所示。

1. 液压式离合器油液的更换和管路排气

(1) 拧开储液罐的上盖, 用专用工具将储液罐内的制动液抽干净, 然后加满新制动液。

(2) 两人配合操作, 一人在车上操作离合器踏板, 另一人在车下离合器分泵处放油, 如图 2-6-3 所示。

(3) 车上的人连续踩下几次离合器踏板, 直至踏板位置升高并发硬, 车下的人在离合器分泵处迅速松开排气螺栓将油液放出, 随着油液的排出, 踏板位置迅速下降, 车上的人此时切不可松开踏板, 应

当在听到车下的人发出“松开再踩”或“松开”的指令后再松开离合器踏板。

- (4) 连续排放 5-6 次，直到有新制动液被排出，且排出的制动液中没有气泡，则停止排放。
- (5) 调整储液罐内制动液的液面位置，使其达到规定的液面位置，然后拧紧储液罐上的加液盖。



图 2-6-2 制动液面位置检查



图 2-6-3 离合器分泵处放油

## 2. 注意事项

操作过程中及时检查储液罐内制动液的液面位置，严防制动液液面位置过低而使油路中混入空气。

## 三、离合器踏板自由行程的检查

离合器踏板的自由行程反映离合器分离轴承与分离杠杆之间的间隙值。若离合器踏板的自由行程过大，则会引起离合器分离不彻底；若离合器踏板的自由行程过小，则分离轴承与分离杠杆接触并随分离杠杆一起转动，引起分离轴承过度磨损，出现离合器打滑现象。因此，应按照维修手册的要求，定期对离合器踏板的自由行程进行检查。

### 1. 技术标准及要求

- (1) 离合器分离轴承与分离杠杆之间的间隙为 2-3mm，反映在离合器踏板上的自由行程为 20-30mm。
- (2) 调整完毕后，应该将离合器总泵和离合器分泵上的锁紧螺母锁紧，保证离合器踏板正常的自由行程。
- (3) 在离合器操作过程中，踩踏离合器踏板时，离合器踏板应轻便、无阻滞；松开离合器踏板时，离合器踏板的回位良好。

### 2. 操作步骤

- (1) 离合器踏板自由行程的检查
  - 1) 用直尺支在驾驶室底板上，其倾斜度以直尺与踏板踩下时的弧线相切为准。
  - 2) 测出离合器踏板完全放松时离合器踏板距驾驶室底板的高度。
  - 3) 用手轻压离合器踏板，感觉到阻力增大时（分离轴承与分离杠杆刚刚接触时刻），停止压下离合器踏板，测出离合器踏板距驾驶室底板的高度。
  - 4) 此时，计算的两高度之差即为离合器踏板的自由行程。
- (2) 液压式离合器踏板自由行程的调整
  - 1) 通过调整总泵主缸踏板的偏心程度来实现对液压式离合器踏板自由行程的调整。
  - 2) 通过调整离合器分泵推杆长度来实现对液压式离合器踏板自由行程的调整。
- (3) 离合器踏板分离状况的检查
  - 1) 将离合器踏板踩到底，然后松开离合器踏板。踩下离合器踏板的过程中，离合器踏板轻便、无阻滞，松开离合器踏板后，离合器踏板回位良好。
  - 2) 起动车辆时，将离合器踏板踩到底，挂档无打齿，起步平顺。

3) 离合器踏板无过高或过低的感觉。

### 四、手动变速器齿轮油的检查与更换

手动变速器齿轮油保证了手动变速器内齿轮、轴承的润滑和各零件的冷却散热。在使用过程中，由于手动变速器渗漏等原因，会引起齿轮油的减少，并且手动变速器齿轮油的润滑性能会逐渐降低，出现浑浊、掺杂其他杂质及颜色逐渐变深等现象。因此，应按照维修手册的要求，定期检查与更换齿轮油。

#### 1. 技术标准及要求

(1) 手动变速器齿轮油的检查周期为 10000-20000km。

(2) 手动变速器齿轮油的更换周期一般为 30000-40000km。

(3) 在排放手动变速器齿轮油时，注意齿轮油的颜色是否明显变深，观察放油螺塞吸附的金属屑数量的多少，以此判断手动变速器齿轮和轴承的磨损状况。

(4) 选用符合车辆要求的双曲线齿轮油或重负荷齿轮油。

#### 2. 操作步骤

(1) 手动变速器齿轮油油量的检查操作

1) 将车辆用举升机举升到合适位置。

2) 清除加油螺塞周围的油污，旋开加油螺塞，要求手动变速器内齿轮油的油面与加油口下边缘平齐，或将手指插入加油口能探到油面，如图 2-6-4 所示。



图 2-6-4 将手指插入加油口能探到油面



图 2-6-5 齿轮油加注器

3) 按规定力矩拧紧加油螺塞。

(2) 手动变速器齿轮油质量的检查操作

1) 取出少许齿轮油，观察其颜色。正常的齿轮油不会有颜色变深、结块、浑浊及金属屑脱落等现象的出现。

2) 闻齿轮油的气味。正常的齿轮油不会有烧焦的异味。

(3) 手动变速器齿轮油的更换操作

1) 使车辆行驶一段路程，待手动变速器的油温升高后，将车辆举升到合适位置，先旋开手动变速器上的加油口盖，再旋开手动变速器的放油螺塞，将齿轮油放出。

2) 待油液放完后，清除放油螺塞磁性材料上吸附的杂质和金属屑，根据放油螺塞上吸附的金属屑的多少，判断齿轮和轴承的磨损状况。

3) 更换放油螺塞上的 O 形圈，按照规定力矩将手动变速器的放油螺塞拧紧。

4) 使用专用的齿轮油加注器（图 2-6-5）将齿轮油加入手动变速器，直到手动变速器油面与加油口平齐，停止加油。

5) 拧上加油螺塞，放下车辆，操作完毕。

## 五、前驱式汽车传动系统传动间隙的检查

前驱式传动系统的传动间隙由离合器、变速器、主减速、差速器以及传动半轴等的使用状况决定。若传动间隙过大，则汽车起步、变速、停车时都会出现传动系统撞击的情况，直接影响到汽车的使用性能。因此，必须定期对前驱式传动系统的传动间隙进行检查。

### 1. 技术标准及要求

- (1) 前驱式传动系统传动间隙的标准值为  $5^{\circ}$  -  $10^{\circ}$ ，使用极限为  $20^{\circ}$ 。
- (2) 传动半轴两端的球笼万向节必须保证具有良好的润滑性能和密封性能。

### 2. 操作步骤

- (1) 将车辆停放在水平路面上，挂入低档，拉紧驻车制动，后轮放置安全垫木，并将同一侧的前轮用千斤顶支起。
- (2) 沿车轮转动方向双向转动车轮至有明显阻力为止，两个方向上阻力位置之间的角度即为传动系统的传动间隙。
- (3) 将车辆举升到合适位置，分析引起传动间隙过大的原因。

## 六、后驱式汽车传动系统传动间隙的检查

后驱式传动系统传动间隙的大小由离合器、变速器、万向传动装置、主减速、差速器以及传动半轴等的使用状况决定。若传动间隙过大，则汽车起步、变速、停车时都会出现传动系统撞击的情况，直接影响到汽车的使用性能，因此，必须定期对后驱式传动系统的传动间隙进行检查。

### 1. 技术标准及要求

- (1) 后驱式传动系统传动间隙的标准值为  $5^{\circ}$  -  $15^{\circ}$ ，使用极限为  $30^{\circ}$ 。
- (2) 中间支撑装置上、下不得出现松旷，中间支撑胶套不得出现磨损、松旷。

### 2. 操作步骤

- (1) 松开驻车制动，挂入低档，将车辆举升到合适位置。
- (2) 沿传动轴的旋转方向双向转动传动轴直至有明显阻力为止，两个方向上阻力位置之间的角度即为传动系统的传动间隙。
- (3) 若有中间支撑，应在中间支撑处上、下扳动传动轴，检查中间支撑处的轴承和橡胶垫圈的磨损情况。
- (4) 在各个十字型万向节处上、下扳动传动轴，检查万向节轴承的磨损情况。
- (5) 握住传动轴在花键处转动，检查花键槽、滑动叉有无明显的间隙。
- (6) 紧固万向传动装置上各处的连接螺栓。

## 七、后驱式汽车万向传动装置的检查

万向传动装置由传动轴、万向节及中间支撑组成，其作用是连接不在同一直线上的自动变速器输出轴和主减速器输入轴，并保证传动系统在两轴之间的夹角和距离经常变化的情况下仍能可靠地传递动力。

万向传动装置传动轴总成的弯曲、中间支撑的松旷及十字型万向节的磨损都会引起传动系统的振动噪声和异响，必要时需拆下万向传动装置进行检查。

### 1. 技术标准及要求

- (1) 传动轴的弯曲变形量不大于 1.5mm。
- (2) 万向节轴颈的磨损量不得超过原来尺寸 0.04mm，滚珠的磨损量不大于 0.01mm。
- (3) 对于中间支撑处的轴承、十字型万向节及伸缩花键套筒等，加注润滑脂的周期为 3000-4000km。

### 2. 操作步骤

- (1) 目测传动轴，传动轴应无明显的变形、裂纹及弯曲等损伤，否则应更换传动轴。
- (2) 传动轴防护套无老化、裂纹及破损；万向节润滑脂嘴齐全，且都指向传动轴的一方，同时润滑脂嘴的方向保持一致。
- (3) 检查传动轴万向节两端的凸缘叉，要求万向节的两凸缘叉在同一平面内。
- (4) 检查传动轴上是否有平衡块脱落，如图 2-6-6 所示。
- (5) 在检验平台上用 V 形块支起传动轴，检查传动轴弯曲变形量是否超过限值。
- (6) 必要时对传动轴总成进行动平衡检查与调整。

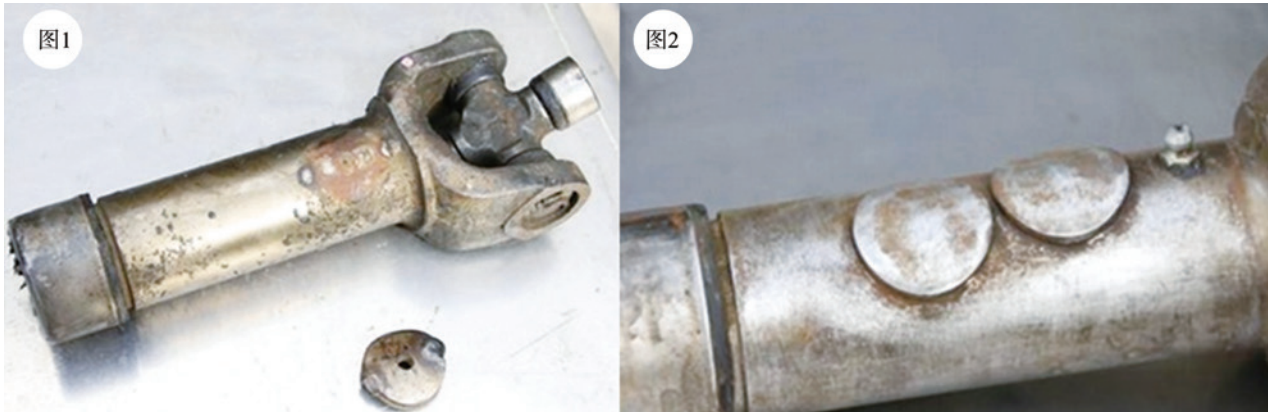


图 2-6-6 传动轴上是否有平衡块脱落

## 八、驱动桥通风装置和齿轮油的检查与更换

驱动桥通风装置起到保持驱动桥内、外气压平衡的作用，驱动桥齿轮油保证了主减速器和差速器正常的润滑性能。若驱动桥通风装置通风不畅，则驱动桥在工作时，其内部温度升高、气压增大，会引起密封面和油封处漏油；另外，驱动桥内的齿轮油随着使用时间的增长，其润滑性能逐渐降低，会出现浑浊、掺杂其他杂质及颜色逐渐变深等现象。因此，应按照维修手册上要求的维护周期定期检查、更换齿轮油。

### 1. 技术标准及要求

- 1) 检查驱动桥齿轮油油面位置时，车辆应处于水平位置。
- 2) 齿轮油应与加油口下边缘平齐，最低不低于加油口下边缘 5mm。

### 2. 操作步骤

#### (1) 驱动桥通风装置的检查

- 1) 检查驱动桥的密封面和油封处是否有油液渗漏。
- 2) 旋开驱动桥通风装置上的通气塞，利用压缩空气检查并疏通驱动桥通风装置上的通气塞。

#### (2) 齿轮油油量和质量的检查

- 1) 将车辆用举升机举升到合适位置，旋开加油螺塞。
- 2) 齿轮油的油面位置应与加油口下边缘平齐，或将手指插入加油口能探到齿轮油油面为宜。
- 3) 取出少许齿轮油，观察其颜色。正常齿轮油不会有颜色变深、结块、浑浊及金属屑脱落等现象的出现。
- 4) 闻齿轮油的气味。正常的齿轮油不会有烧焦的异味。

#### (3) 齿轮油的更换

- 1) 使车辆行驶一段时间，待齿轮油的油温升高后，将车辆举升到合适位置，先旋开加油口上的加油螺塞，再旋开放油螺塞，将齿轮油放出。
- 2) 齿轮油油液放完后，将放油螺塞磁性材料上吸附的杂质和金属屑清理干净，按照规定力矩拧紧放油螺塞。

- 3) 用专用的齿轮油加注器将齿轮油加注到驱动桥，直到油面与加油口平齐，停止加油。
- 4) 拧紧加油螺塞，放下车辆，操作完毕。

## 九、等速万向传动装置保养与更换

### 1. 拆下前轮半轴

- (1) 将汽车开到举升机中间，做好举升车辆的各项准备；
- (2) 使用专用套筒头配合扭力扳手拧松外球笼紧固大螺母（公斤力矩：110 牛·米）如图 2-6-7 所示。  
注意：进行此项操作时车轮必须着地！借助车辆自重与地面摩擦力拧松外球笼紧固螺母！



图 2-6-7 拧松外球笼紧固大螺母

- (3) 举升车辆，并保险好举升机。
- (4) 使用粉笔在下摆臂与球接头连接处做安装位置标记，如图 2-6-8 所示。  
注意：做标记的目的是防止球接头与下摆臂安装位置不正确时破坏了前轮外倾角而导致轮胎异常磨损现象。
- (5) 拆下锁板的两个紧固螺母，如图 2-6-9 所示。



图 2-6-8 摆臂与球接头连接处做安装位置标记



图 2-6-9 拆下锁板的两个紧固螺母

- (6) 使用一字起如左下图所示撬动球接头使其与下摆臂分离，如图 2-6-10 所示。
- (7) 拆卸内球笼上的六个紧固螺栓，如图 2-6-11 所示。



图 2-6-10 撬动球接头使其与下摆臂分离



图 2-6-11 拆卸内球笼

- (8) 把前悬架总成稍微向外移动（如下图）取下传动轴总成，如图 2-6-12 所示。
- (9) 把传动轴夹到台虎钳上，如图 2-6-13 所示。



图 2-6-12 取下传动轴总成



图 2-6-13 固定传动半轴

## 2. 外球笼的拆解与检查

- (1) 拆下外球笼防尘罩卡子，如图 2-6-14 所示。
- (2) 取下球笼卡簧。
- (3) 取下球笼，如图 2-6-15 所示。



图 2-6-14 拆下外球笼防尘罩卡子



图 2-6-15 取下球笼

### 3. 分解内球笼

- (1) 拆下内球笼挡圈，如图 2-6-16 所示。
- (2) 用手旋转内星轮与钢球保持架使其与外星轮成  $90^\circ$  垂直角度，同时取出内星轮及钢球等，如图 2-6-17 所示。

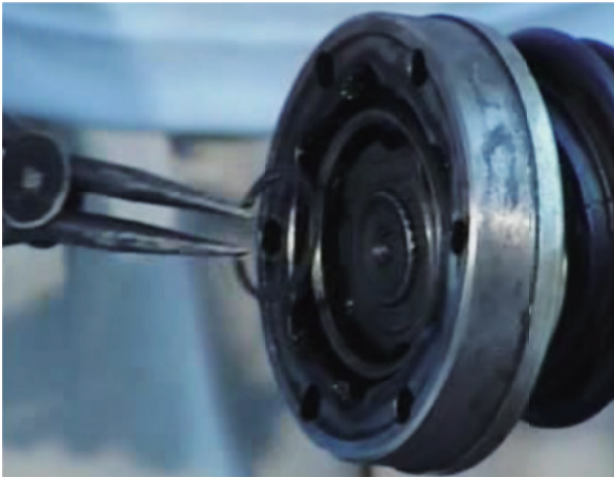


图 2-6-16 拆下内球笼挡圈



图 2-6-17 取出内星轮及钢球

- (3) 把拆下的部件摆放到清洗盘中，待清洗后检查。

### 4. 球笼的检查

球笼清洗后进行检查：

- (1) 防尘罩是否破损。
- (2) 内部部件是否损坏或磨损严重。
- (3) 半轴花键与球笼配合是否有间隙。
- (4) 球笼卡簧是否正常。

### 5. 球笼的安装

内球笼与外球笼加注新的球笼专用油，正确组装内外球笼，再分别把内外球笼安装到传动轴上，如图 2-6-18 所示。



图 2-6-18 安装球笼

(1) 外球笼的正确组装, 如图 2-6-19 所示。外球笼的内星轮的安装必须对正位置装入内星轮与保持架后才能安装钢球。



图 2-6-19 外球笼的内星轮的安装

(2) 内球笼的组装, 安装后星行套应能自由转动, 否者, 变换角度重新装入, 如图 2-6-20 所示。

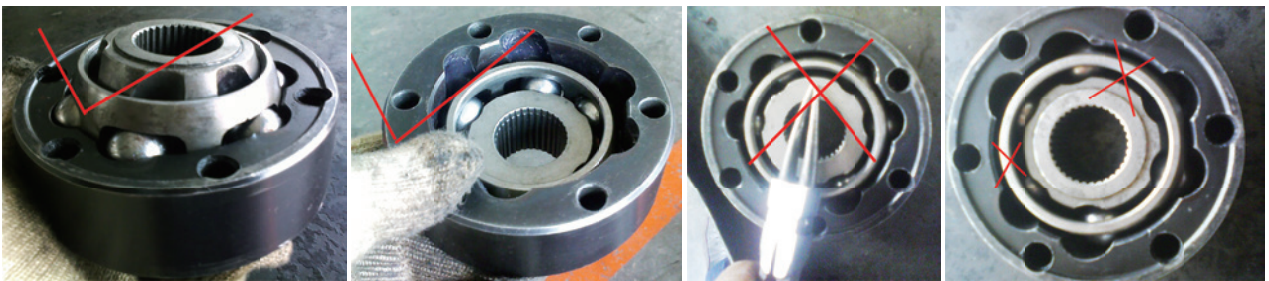


图 2-6-20 内球笼的组装

## 十、后驱车半轴的拆卸

1. 对角拆除轮胎四条固定螺丝, 并将轮胎圈面朝上放置车身底部; 如图 2-6-21 所示。
2. 制动鼓及其制动蹄片和附件如图 2-6-22 所示。



图 2-6-21 拆除轮胎



图 2-6-22 制动鼓及其制动蹄片和附件

3. 拆除后固定板固定螺丝如图 2-6-23 所示。
4. 将车轮重新装回并紧固轮胎螺丝如图 2-6-24 所示。



图 2-6-23 拆除后固定板固定螺丝



图 2-6-24 将车轮重新装回并紧固轮胎螺丝

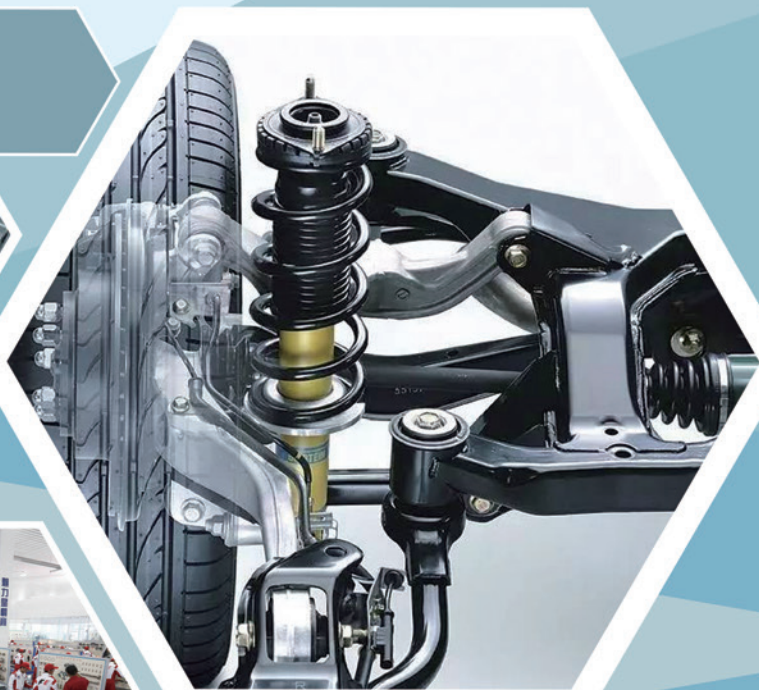
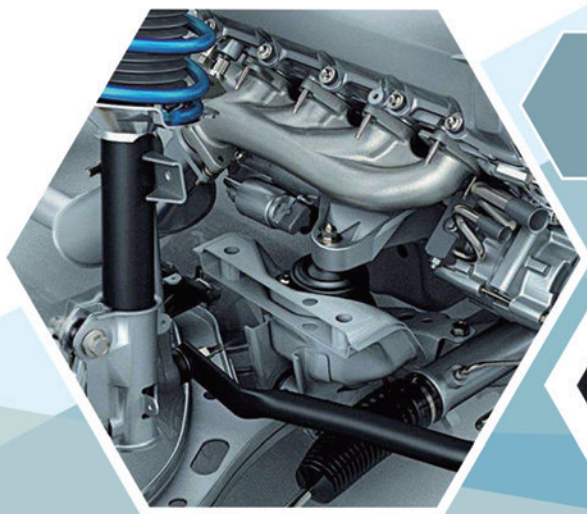
5. 向外拉动车轮或用锤向外上下或左右敲击车轮内侧，将车轮连同半轴从后桥中抽出如图 2-6-25 所示。



图 2-6-25 向外拉动车轮

# 第3章

## 行驶系统



1. 了解汽车车架作用及种类
2. 了解悬架、车桥结构特征及车轮、轮胎的性能要求
3. 掌握悬架、车桥、车轮、轮胎性能检测方法
4. 掌握汽车前悬架、后悬架的拆装与检修作业
5. 掌握下摇臂和稳定杆的拆装作业



## 第一节 概 述

### 一、功用

汽车行驶系的功用是接受发动机经传动系传来的转矩，并通过驱动轮与路面间附着作用，产生路面对汽车的牵引力，以保证整车正常行驶；传递并承受路面作用于车轮上的各向反力及其形成的力矩；缓和各种冲击和振动，保证汽车平顺行驶，并且与汽车转向系很好地配合工作，实现汽车行驶方向的正确控制，以保证汽车操纵稳定性。

### 二、组成

轮式汽车行驶系一般由车架、车桥、车轮和悬架组成，见图 3-1-1。

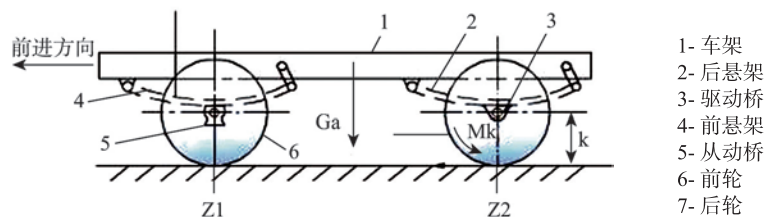


图 3-1-1

车架是全车装配与支撑的基础，它将汽车的各相关总成连接成一个整体并与行驶系共同支撑汽车的质量。车轮分别装在前桥和后桥上，支撑着车桥和汽车。为了减少汽车在行驶中受到的各种冲击与振动，车桥与车架之间通过弹性系统悬架进行连接，在一些轿车中，为了提高其舒适性，采用断开式车桥，两侧车轮的心轴分别通过各自的弹性元件与车架连接，受外力作用时互不干扰，故称为独立悬架系统。

### 三、汽车行驶系的类型

汽车行驶系根据其结构形式的不同，可以分为以下几种：

1. 轮式行驶系：行驶系中直接和地面接触的是车轮，称这种行驶系为轮式行驶系。如前所述的行驶系。这种车被称为轮式汽车。
2. 半履带式行驶系：前桥装有滑橇或车轮，用来实现转向，后桥上装有履带，以减少对地面的单位压力（比压），控制汽车下陷，同时履带上履刺也加强了附着作用，具有很高的通过能力，主要用在雪地或沼泽地带行驶。这样的行驶系被称为半履带式行驶系。这种车称为半履带式汽车。
3. 全履带式行驶系：如果汽车前后桥上都装有履带，则称为全履带式行驶系。这种车被称为全履带式汽车。
4. 车轮—履带式行驶系：行驶系中直接与路面接触部分有车轮和履带，则称为车轮—履带式行驶

系。这种车被称为车轮—履带式汽车。

#### 四、汽车行驶系的受力分析

汽车行驶系的受力情况，如图 3-1-1 所示，汽车的总重量  $G_a$  通过前、后车轮传到地面，引起地面作用于前轮和后轮上的垂直反力  $Z_1$  和  $Z_2$ 。当驱动桥中半轴将驱动转矩  $M_k$  传到驱动轮上时，产生路面作用于驱动轮边缘上的向前的纵向反力，被称作驱动力，用  $F_t$  表示。驱动力用以克服驱动轮本身的滚动阻力，其余大部分则依次通过驱动桥壳、后悬架传到车架，用来克服作用于汽车上的空气阻力和坡道阻力；还有一部分驱动力由车架经过前悬架传至从动桥，作用于自由支撑在从动桥两端转向节上的从动轮中心，使前轮克服滚动阻力向前滚动。于是，整个汽车便向行驶了。如果行驶系中处于牵引力传递路线上的任一个环节中断，汽车将无法行驶。

由图 3-1-1 还可看出，驱动力  $F_t$  是作用于轮缘上的，因而对车轮中心造成了一个反力矩。此反力矩使驱动桥壳中部（主减速器壳）的前端向上抬起。当采用断开式驱动桥时，主减速器是直接固定在车架上的，因而此反力矩也就直接由主减速器壳传给车架。当采用非断开式驱动桥时，反力矩则由主减速器壳经半轴套管传给后悬架，再由后悬架传给车架。反力矩传到车架上的结果，使得车架连同整个汽车前部都有向上抬起的趋势，具体表现为前轮上的垂直荷载减少而后轮上的垂直荷载增加。汽车在制动时，同样产生一个与转矩相反的制动转矩，作用与车轮上，产生一个与汽车行驶方向相反的制动力，迫使汽车减速或停车。汽车产生后部向上抬起，前部下沉的趋势，从而使作用于后轮上垂直荷载减小，前轮上垂直荷载增大。紧急制动时，作用尤其明显。汽车在弯道上或路面弓度较大的道路上行驶时，由于离心力或汽车质量在横向坡道上的分力作用，使汽车具有侧向滑动的趋势，路面将阻止车轮侧滑而产生作用于车轮的侧向力，此力由行驶系来传递和承受。



## 第二节 车 架

### 一、车架的功用和要求

汽车车架俗称“大梁”，是整个汽车的基体，其上装有发动机、变速器、传动轴、前后桥、车身等总成和部件，并使他们保持正确的安装位置。

#### 1. 功用

车架的功用是支承、连接汽车各总成，使各总成保持相对的位置，并承受汽车内外的载荷。车架通过悬架装置坐落在车轮上。由于车架是整个汽车的基础，要承受汽车内外的各种载荷。

#### 2. 要求

车架的结构形式必须满足下列要求：

- (1) 要有足够的强度。车架必须保证在各种复杂受力的情况下不致破坏。
- (2) 要有合适的刚度。车架的变形将改变安装与其上的各总成和部件之间的正确相对位置，破坏他们的正常工作，故车架必须具有一定的刚度。但是，为了保证汽车对不同路面的适应性，又要求车架的扭转刚度不宜过高。
- (3) 结构简单，自身质量小，对于安装在其上的总成和部件又要便于维修。
- (4) 车架的形状要尽可能的降低汽车的质心和获得较大的前轮转向角，以保证汽车行驶的稳定性 and 机动性。
- (5) 要满足汽车总体布置的要求。当汽车在复杂的行驶过程中，固定在车架上的部件、总成及管路、支架等附件之间应不发生运动干涉，以保证汽车正常的行驶。

### 二、车架的类型和构造

现代汽车的车身结构可分为承载式与非承载式两大类。另外还有一种是从性能上区别于上述两类的组合式结构称为半承载式。对于非承载车身其具有车架。目前，汽车上装用的车架按照他的结构形式的不同可分为：边梁式车架、中梁式车架、综合式车架、平台式车架、承载式车身。

边梁式车架：边梁式车架由两根位于两边的纵梁和若干横梁组成，用铆接法或焊接法将纵梁与横梁连接成坚固的刚性结构，如图 3-2-1 所示。



图 3-2-1

纵梁多采用抗弯能力较强的槽型截面，也有采用Z字形或箱形等截面的形状，如图3-2-2所示，因纵梁中部受变曲力矩最大，中部断面宽，由中部至两端逐渐减少，构成等强度梁。因为生产工艺条件的限制，也有将纵梁做成等截面的。为了达到汽车结构布置的要求，纵梁可在上下及左右方向做成弯曲的，为了分散汽车在行驶中纵梁所承受的应力以及安装各种零部件的需要，在纵梁上要打出相应的孔。

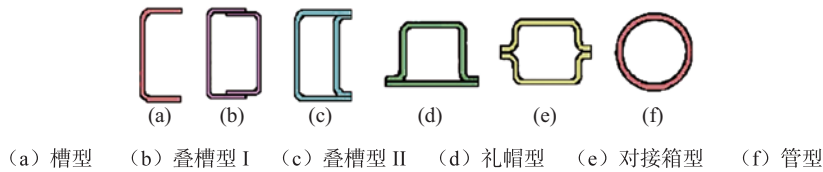


图3-2-2 车架纵梁的剖面形状示意图

边梁式车架的结构特点是便于安装驾驶室车厢及一些特种装备。因此，它被广泛应用在载货汽车，多数的特种汽车以及载客汽车和少量轿车上，如图3-2-3所示。

中梁式车架只有一根位于汽车中央的纵梁，纵梁断面为圆形或矩形，其上固定有横向的托架或连接梁，使车架成鱼骨状。中梁式车架主要用于越野车和少量轿车上，如图3-2-4所示。

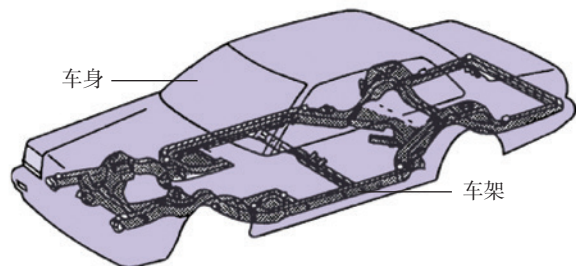


图3-2-3 丰田皇冠 (Crown) 轿车车架边梁式和车身示意图

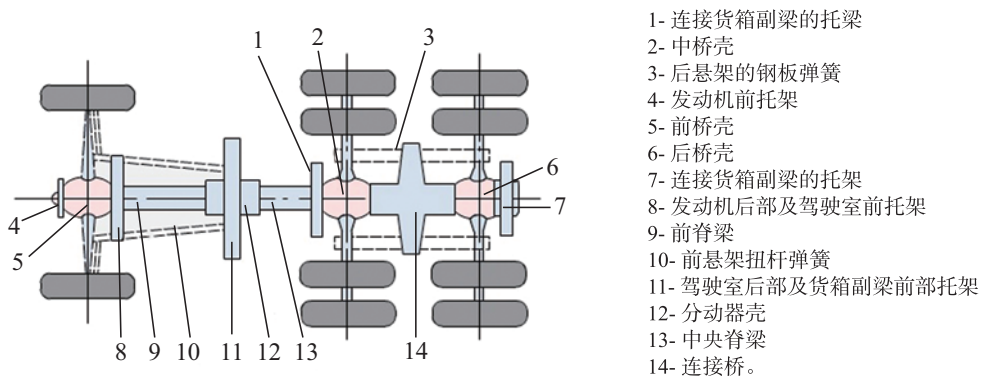


图3-2-4 中梁式车架结构示意图

综合式车架的前半部分是边梁式而后半部分是中梁式，这种车架称为综合式车架，如图3-2-5所示。

多数轿车采用了以车身兼带车架的作用，即将所有部件固定在车身上，所有的力也由车身来承受，这种车身称为承载式车身。承载式车身由于无车架，可以减轻整车重量；可以使地板高度降低，使上下车方便。但是传动系统和悬架的振动与噪声会直接传入车内，为此，应采取隔音和防振措施，如图3-2-6所示。

平台式车架适宜做小轿车或货车的车架。它有车架和车身地板部分组合而成。平台中部是沿纵向凸起部位，可使传动轴在其下部安放，降低重心，同时还可以加强车架的承载能力。



图3-2-5 综合式车架示意图



图3-2-6 承载式车身示意图



## 第三节 悬架

### 一、功能、组成与类型

#### 1. 功用

悬架系统连接车身和车轮，具有以下功用：

- (1) 对不平整路面所造成的汽车行驶中的各种颤动、摇摆和振动等，与轮胎一起，予以吸收和减缓，从而保障乘客和货物的安全，并提高驾驶稳定性。
- (2) 将路面与车轮之间的摩擦所产生的驱动力和制动力，传输至底盘和车身。
- (3) 支撑车桥上的车身，并使车身与车轮之间保持适当的几何关系。

#### 2. 组成

悬架一般由弹性元件、导向装置、减振器和横向稳定杆组成，如图 3-3-1 所示。

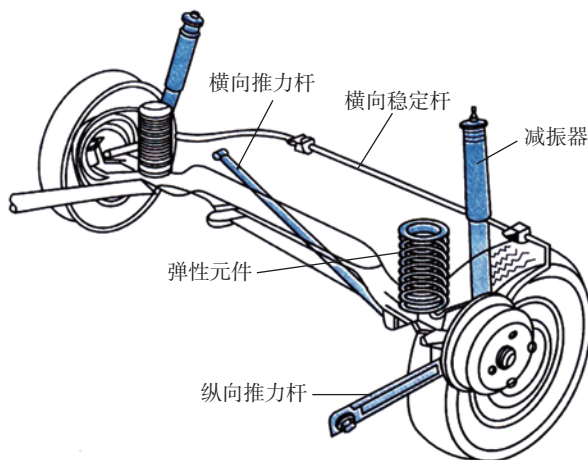


图 3-3-1

弹性元件：

弹性元件用来承受并传递垂直荷载、缓和不平路面、紧急制动、加速和转弯引起的冲击或车身位置的变化。常见的弹性元件包括钢板弹簧、螺旋弹簧、扭杆弹簧、油气弹簧、空气弹簧和橡胶弹簧。

减振器：

减振器用来衰减由于弹性系统引起的振动。减振器的类型有筒式减振器、阻力可调式减振器和充气式减振器。减振器用于限制弹簧的自由振荡，提高乘坐舒适性。

横向稳定器：

有些轿车和客车上，为防止车身在转向等情况下发生过大的横向倾斜，在悬架系统中加设横向稳定杆，目的是提高侧倾刚度，使汽车具有不足转向特性，改善汽车的操纵稳定性和行驶平顺性。横向稳定器用于防止汽车横向摆动。

导向装置：

导向装置用来使车轮按一定运动轨迹相对车身运动，同时起传递力的作用。通常导向装置由控制摆臂式件组成，有单杆式导向装置和连杆式导向装置。钢板弹簧作为弹性元件时，它本身兼起导向作用，用于使上述部件定位，并控制车轮的横向和纵向运动，可不另设导向装置。

### 3. 类型

(1) 按照控制形式不同，悬架可分为被动式悬架和主动式悬架两大类。目前多数汽车上采用被动式悬架。被动式悬架的定义是，汽车姿态（状态）只能被动取决于路面、行驶状况和汽车的弹性元件、导向装置以及减振器这些机械零件。20世纪80年代，主动悬架开始在一部分汽车上应用，目前使用主动悬架的高级汽车越来越多。主动悬架可以根据路面和行驶工况自动调整悬架的刚度和阻尼，从而使车辆能主动地控制垂直振动及其车身或车架的状态。该系统通常由传感器、控制单元、执行机构组成。

(2) 按悬架系统结构不同，悬架分为非独立悬架和独立悬架。非独立悬架（整体桥悬架或刚性悬架）因其结构简单，工作可靠，而被广泛应用于货车的前、后悬架。在轿车中，非独立悬架仅用于后桥。非独立悬架的特点是两侧车轮安装于一整体式车桥上，车轮连同车桥一起通过弹性元件悬挂在车架或车身上，一侧车轮受到冲击时会直接影响到另一侧车轮。非独立悬架由于簧载质量比较大，特别是汽车高速行驶，悬架受到较大的冲击荷载时，汽车平顺性较差，如图3-3-2a。

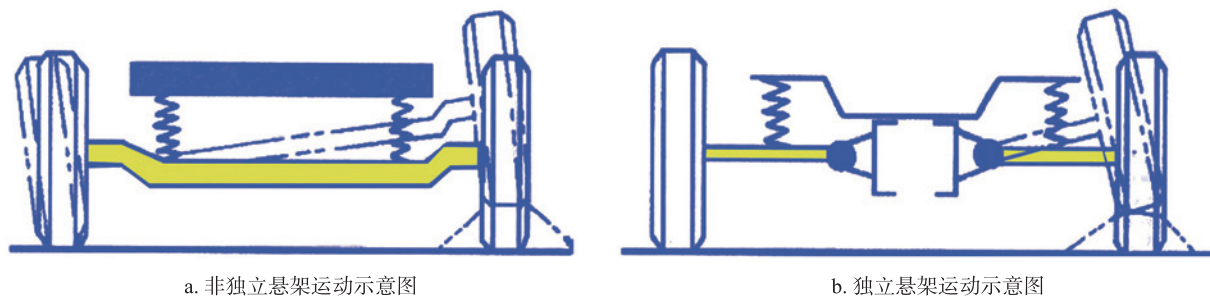


图 3-3-2 非独立和独立式悬架运动示意图

悬架的结构，特别是导向机构的结构，随所采用的弹性元件的不同而有差异，而且有时差别很大。采用螺旋弹簧、气体弹簧时需要较复杂的导向机构。而采用钢板弹簧时，由于钢板弹簧本身可兼起导向机构的作用，并有一定的减振作用，使得悬架结构大为简化。因而在非独立悬架中，大多数采用钢板弹簧作为弹性元件。

独立悬架的特点是两侧车轮分别独立地与车架或车身弹性地连接，当一侧车轮受到冲击时，其运动不会直接影响到另一侧车轮。独立悬架所采用的车桥是断开式的，这样可使发机降低安装位置，有利于降低汽车重心，并使结构紧凑。独立悬架允许前轮有较大的跳动空间，这样便于选择较软的弹性元件使平顺性得到改善。同时，独立悬架簧载质量小，可提高汽车车轮的附着性能，如图3-3-2b。独立悬架的特点如下：

- 1) 可以降低非悬挂重量。车轮的方向稳定性良好，从而乘坐舒适性和操作稳定性高。
- 2) 在独立悬架系统中，弹簧只支撑车身，不用帮助使车轮定位（这由联动装置完成），这样就可以使用较软的弹簧。
- 3) 由于左、右车轮之间没有车轴连接，地板和发动机的安装位置可以降低，这意味着车辆的重心降低，乘客车厢和行李舱增大。
- 4) 结构相当复杂。
- 5) 轮距和前轮定位随车轮的上、下运动而改变。

### 4. 悬架重量和非悬架重量

(1) 悬架重量：由悬架系统支承的汽车重量称为悬架重量。如车身、车架、发动机、变速器以及它们的所有部件的重量，都是悬架重量。

(2) 非悬架重量：不由弹簧支承的那些部件的重量称为非悬架重量。如转向节后桥总成等的重量为非悬架重量。一般来说，汽车的悬架重量越大，其乘坐舒适性就越好；反之，如果非悬架重量越大，汽车就越容易产生颠簸如图 3-3-3 所示。

## 二、弹性元件

弹性元件起缓冲作用，用于抵消路面传来的振动。由于汽车行驶的路面不可能绝对的平坦，路面作用于车轮上的垂直反力往往是冲击性的，特别是在坏路面上高速行驶时，这种冲击将非常明显。当这种冲击力传递到车架和车身上时，不但会加剧汽车机件的磨损，还会使乘客感到不舒服或使汽车上的货物受到损伤。所以，为了缓解冲击，除了采用有弹性的充气轮胎外，悬架系统还装有弹性元件，使车架（或车身）和车桥（或车轮）之间形成弹性连接。弹性元件主要有钢板弹簧、螺旋弹簧、扭杆弹簧、油气弹簧、橡胶弹簧、气体弹簧等。

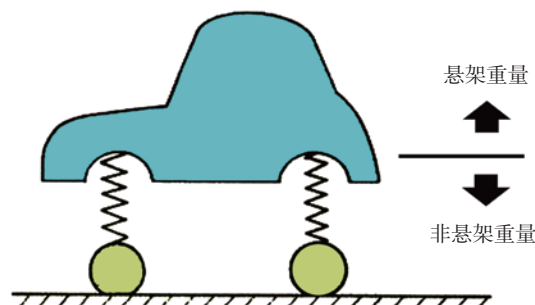


图 3-3-3 悬架重量和非悬架重量示意图

### 1. 钢板弹簧

钢板弹簧是由单片或若干片长度不同、宽度相等、厚度可以相等也可以不等的弹簧钢板叠成。根据组成片的数量，钢板弹簧可以分为以下三种：

①多片钢板弹簧；②少片钢板弹簧；③单片钢板弹簧。

#### (1) 多片钢板弹簧

多片钢板弹簧由一组弯曲弹簧钢片从短至长依次叠放而组成，如图 3-3-4 所示。这些重叠钢板在中心点用 U 形中心螺栓或铆钉固定在一起。此外，为了防止钢片滑出原位，还用夹箍（弹簧夹）在几个地方将其固定。将最长的一条钢板（主钢板）的两端弯成弹簧卷耳（内装有青铜或塑料、橡胶、粉末冶金制成的衬套），用于将弹簧装在车架或构件上。中心螺栓用以连接各弹簧片，并保证装配时各片的相对位置。中心螺栓距两端卷耳中心的距离可以相等（称对称式钢板弹簧），也可以不相等（称非对称式钢板弹簧）。

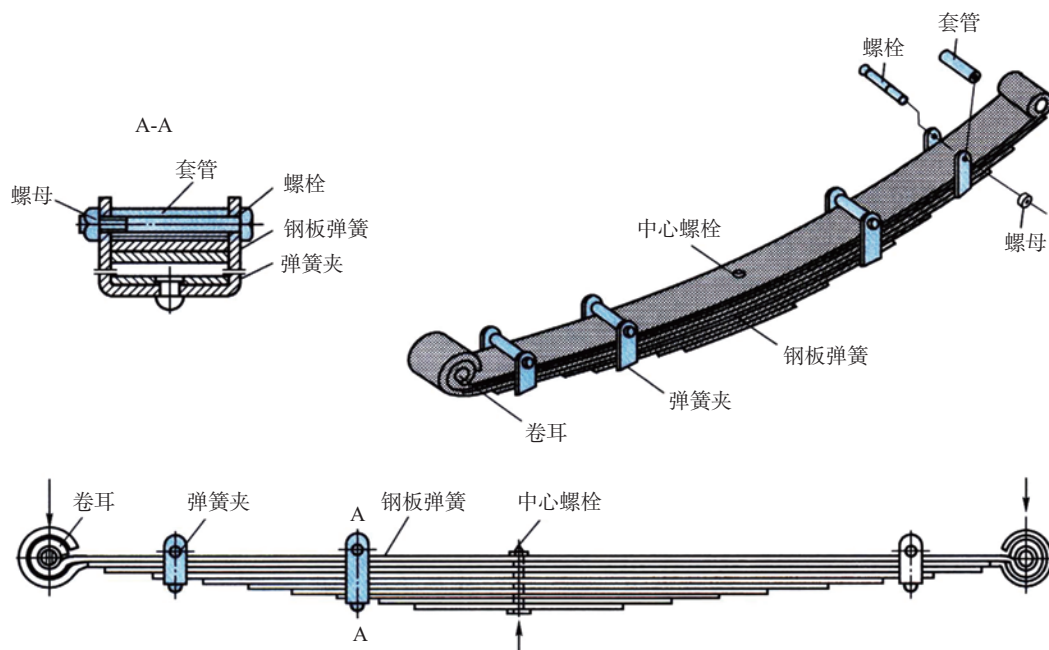


图 3-3-4

当钢板弹簧安装在汽车悬架中，所承受的垂直荷载为正向时，各弹簧钢板都受力变形，有向上拱起的趋势。这时，车桥和车架便互相靠近。当车桥与车架互相远离时，钢板弹簧所受的正向垂直荷载和变形逐渐减小，有时甚至会反向。主片卷耳受力严重，是薄弱处。为改善主片卷耳的受力情况，常将第二片卷耳末端也弯成卷耳，包在主片卷耳的外面（亦称包耳）。为了使得在弹簧变形时各片有相对滑动的可能，在主片卷耳与第二片包耳之间留有较大的空隙。

连接各片的构件，除中心螺栓以外，还有若干个夹箍（弹簧夹），其主要作用是当钢板弹簧反向变形（反跳时），使各片不致互相分开，以免主片单独承载。此外，还可防止各片横向错位。弹簧夹用铆钉接在与之相连的最下面弹簧片的端部。弹簧夹的两边用螺栓连接，在螺栓上有套管顶住弹簧夹的两边，以免将弹簧片夹得过紧。在螺栓套管与弹簧片之间有一定间隙（不小于 1.5mm），以保证弹簧变形时，各片可以相互滑动。

钢板弹簧在荷载作用下变形时，各片之间有相对滑动而产生摩擦，可以促进车架振动的衰减。但各片间的干摩擦，将使车轮所受的冲击在很大程度上传给车架，即降低了悬架缓和冲击的能力，并使弹簧各片加速磨损，这是不利的。为了减少弹簧片的磨损，在装合钢板弹簧时，各片间须涂上较稠的润滑剂（石墨润滑脂），并应定期进行维护。为了在使用期间内长期储存润滑脂和防止污染，有时将钢板弹簧装在护套内。

一般来说，钢板弹簧越长就越软。此外，钢板弹簧中钢板数目越多，其承载能力越强，但从另一角度来看，弹簧会变硬而有损乘坐舒适性。在荷载变化很大的货车及许多其他车辆中，都使用了副钢板弹簧，如图 3-3-5 所示。副钢板弹簧安装在主钢板弹簧上面。在轻荷载时，只有主弹簧工作，当荷载超过一定数量时，主、副弹簧一起工作。

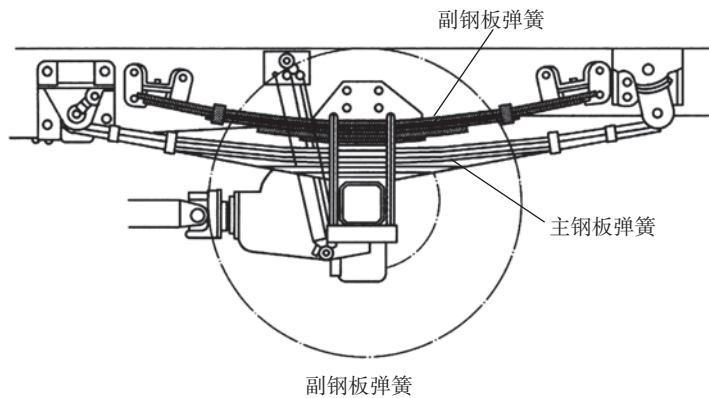


图 3-3-5

(2) 少片钢板弹簧

少片钢板弹簧由 2 ~ 3 片变截面的弹簧钢板构成，钢板宽度保持不变，但它的横截面尺寸沿长度方向是变化的。这种弹簧克服了对多片钢板弹簧质量大、性能差的缺点。据统计，在多片钢板弹簧和少片钢板弹簧寿命相等的情况下，少片钢板弹簧的质量可减轻 40% ~ 50%，因此，少片钢板弹簧对减轻汽车重量、节约能源和原料都大为有利，所以这种弹簧的应用较为广泛，如图 3-3-6 所示。

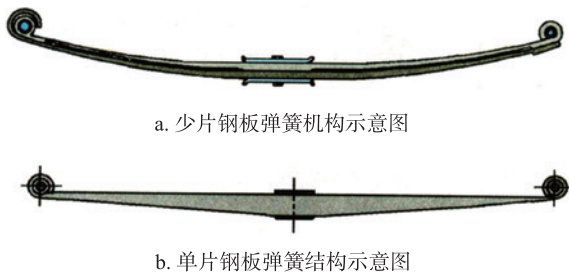


图 3-3-6 少片钢板弹簧结构图



图 3-3-7 螺旋弹簧实物图

## 2. 螺旋弹簧

螺旋弹簧广泛地用于独立悬架，特别是前轮独立悬架。将特殊的弹簧钢杆卷成螺旋状，就成了螺旋弹簧，可做成等螺距或变螺距。前者刚度不变，后者刚度是可变的。在螺旋弹簧上施加荷载时，随着弹簧的收缩，整条钢杆扭曲。这样便储存了外力的能量，缓冲了振动，如图 3-3-7 所示。

螺旋弹簧本身没有减振作用，因此在螺旋弹簧悬架中必须另装减振器。此外，螺旋弹簧只能承受垂直荷载，故必须装设导向机构以传递垂直力以外的各种力和力矩。

(1) 变刚度弹簧。如果用直径均匀的弹簧钢杆制成螺旋弹簧，则整条弹簧依荷载量的改变而均匀弯曲。这样，如果使用软弹簧，则其硬度不足以负重载；如使用硬弹簧，则在轻载时，又会颠簸。

如果使用直径恒定变化的钢杆，弹簧两端的弹簧常数便会低于弹簧中间的弹簧常数。

因此，在轻载时，弹簧两端收缩，吸收路面振动；另一方面，弹簧中间部分有足够硬度来承担重载。

(2) 节距不均匀弹簧、锥形弹簧。

(3) 螺旋弹簧的特点：

- 1) 螺旋弹簧无需润滑，防污能力强；
- 2) 螺旋弹簧单位质量的能量吸收率较高；
- 3) 螺旋弹簧本身无减振作用，必须另装减振器；
- 4) 螺旋弹簧只能承受垂直载荷，必须安装导向装置。

## 3. 扭杆弹簧

扭杆弹簧通常简称为扭杆，它是用其自身的扭转弹性来抵抗扭曲力的弹簧钢杆。扭杆弹簧的断面一般为圆形，也有少数为矩形或管形。此外还有的扭杆弹簧是由一些矩形断面的薄扭片组合而成，这种扭杆弹簧更为柔软。扭杆弹簧的两端可以做成花键、方形、六角形或带平面的圆柱形等，其中一端固定在车架或车身其他构件上，而另一端连接在下摆臂上。扭杆弹簧一般都是纵向安装的，但也有一些是横向安装如图 3-3-8 所示。

当车轮在不平路面行驶时，下摆臂上下运动，使扭杆弹簧发生扭转，扭杆弹簧本身抵抗扭转的力使其恢复到原来的位置，从而减弱汽车的振动。扭杆弹簧本身的扭转刚度是常数，但通过改变扭杆弹簧固定端的角度，可以改变悬架系统的刚度。若将扭杆弹簧固定端转过一个角度，则摆臂的初始位置将相应地改变，这样不但可以改变悬架的刚度，还可以调节车架与车轮间的距离（即调节车身高度）。

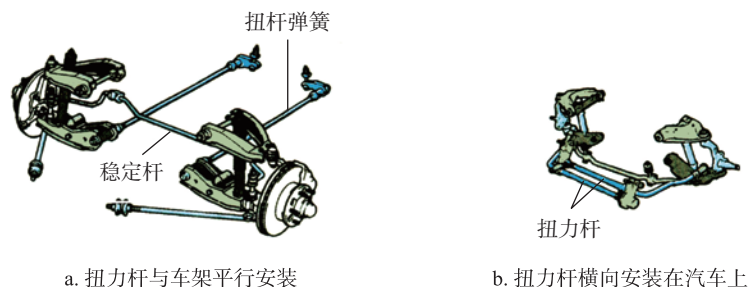


图 3-3-8 扭杆弹簧的连接位置图

扭杆弹簧的特点：

- (1) 与其他弹簧相比，其单位质量的能量吸收率较高，所以可以减轻悬架的质量。
- (2) 可简化悬架系统的配置。
- (3) 与螺旋弹簧一样，扭杆弹簧也不能控制振荡，所以需要与减振器一起使用。

## 4. 油气弹簧

油气弹簧的结构如图 3-3-9 所示，它实质上是以惰性气体（一般为氮气）作为弹性介质，以油液作为传力介质的气体弹簧，即利用气体的可压缩性来实现弹簧缓冲的作用。

油气弹簧只能承受垂直载荷，所以为了传递横向力、纵向力及其力矩，采用油气弹簧的悬架系统中还必须装有横向推力杆和纵向推力杆等导向装置。

油气弹簧能使汽车在空载或满载的情况下，都具有很好的行驶平顺性，而且其体积小，质量轻。但油气弹簧对气体和油液的密封性能要求很高，而且其维护也较麻烦。油气弹簧常用于重型汽车和高级轿

车上。

### 5. 橡胶弹簧

当橡胶弹簧受力变形时，内部就会产生摩擦，以吸收振动。其特点是使用时无噪音，不需要润滑而且可以制成任何形状。

橡胶弹簧不能支承重载荷，所以它主要用于辅助弹簧，或用作悬架部件的衬套、垫片、垫块、挡块或其它支承件，如图 3-3-10 所示。

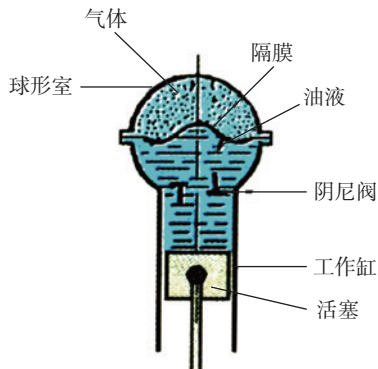


图 3-3-9 油气弹簧的结构和原理图

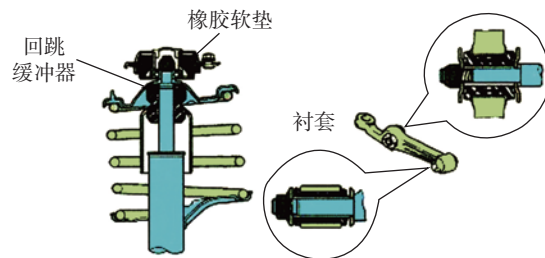


图 3-3-10 橡胶弹簧安装位置图

### 6. 气体弹簧

气体弹簧是以空气做弹性介质，即在一个密闭的容器内装入压缩空气（气压为 0.5 ~ 1MPa），利用气体的可压缩性实现弹簧的作用。这种弹性元件叫空气弹簧，它分为囊式空气弹簧。

气体弹簧在轿车上有采用，尤其在主动悬架中被采用。这种弹簧随着载荷的增加，容器内压缩空气压力升高，使其弹簧刚度也随之增加，载荷减少，弹簧压力也随空气压力减少而下降，因而这种弹簧有其理想的弹性特性。

囊式空气弹簧由两部分组成：夹有帘线的橡胶组成的气囊、封闭在其中的压缩空气。

(1) 气囊外展由耐油橡胶制成单节或多节，节数越多弹簧越软，节与节之间围有钢质腰环，防止两节之间摩擦，气囊上下盖板将空气封于室内，如图 3-3-11 所示。

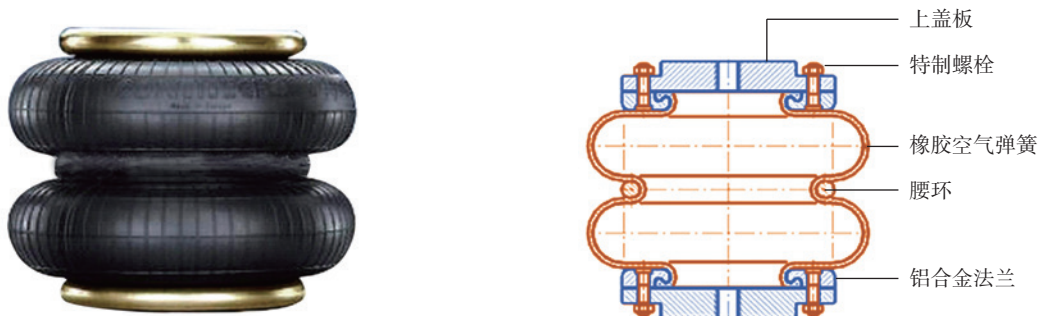


图 3-3-11 囊式空气弹簧结构图

(2) 膜式空气弹簧，它由橡胶膜片和金属压制件组成。它比囊式空气弹簧的弹性曲线更为理想，固有频率更低些，且尺寸小，便于布置因而多用于轿车上，但造价贵，寿命较短，如图 3-3-12 所示。

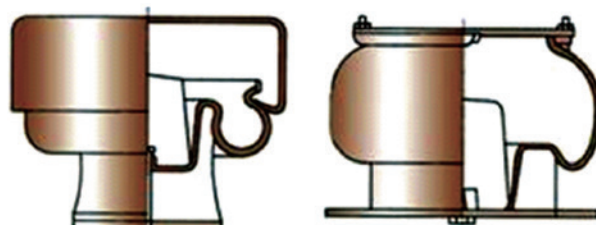


图 3-3-12 膜式空气弹簧

### 三、减振器

由于弹性组件在受到冲击后会产生振动，而持续的振动将使乘客感到不舒服和疲劳，所以悬架系统中设有减振器，用于限制弹簧的自由振荡，使振动迅速衰减（振幅迅速减小），以提高乘坐舒适性。

#### 1. 减振器的功能及要求

减振器和弹性元件是并联安装的，其作用是吸收弹性元件起落时车辆的振动，使其迅速恢复平稳的状态，以改善汽车行驶的平稳性。弹性元件（弹簧）虽然可以减轻道路对车身的冲击，但如果不让它的振动尽快停下来，我们乘坐的将是一辆跳个不停汽车。因此，要在弹簧运动的过程中加上一定的阻力（阻尼），使弹簧的振动迅速衰减。汽车悬架系统广泛采用液力减振器，其基本工作原理是利用液体流动的阻力来消耗冲击振动的能量，如图 3-3-13 所示。

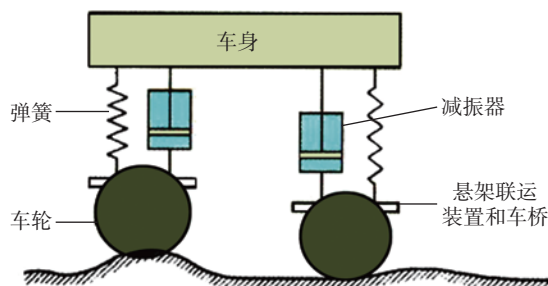


图 3-3-13 减振器安装位置示意图

#### 2. 减振器的结构和工作原理

减振器根据其起减振作用的行程的不同可分为双向作用式减振器和单向作用式减振器两种：

##### (1) 单向作用式减振器

只在伸张行程起减振作用的减振器称为单向作用式减振器。

##### (2) 双向作用式减振器

在伸张和压缩行程都能起到减振作用的减振器称为双向作用式减振器。

现在汽车上使用的大多数是双向作用式减振器。如图 3-3-14 所示为双向作用式减振器的工作原理图，图 3-3-15 为解放 CA1091 型汽车减振器的结构图。由图可见，双向作用式减振器包括防尘罩、储油缸筒和工作缸筒三个同心钢筒。其中外面的钢筒是防尘罩，它上面有一个吊环，用以与车架（或车身）相连。中间是工作缸筒，它的内部装满油。工作缸筒外面是储油缸筒，其内部装有一定量的油液（不装满）。

储油缸筒的下面也有一个吊环，用以与车桥相连。减振器工作时，储油缸筒与工作缸筒作为一个整体随车桥运动。在工作缸筒内，有一个活塞固定在活塞杆上，而活塞杆又与防尘罩和上端吊环制成一体。

在活塞上装有伸张阀和流通阀，在工作缸筒下端的支座上装有压缩阀和补偿阀。流通阀和补偿阀一般是单向阀，其弹簧很软，当阀上的油压作用力与弹簧力同向时，阀处于关闭状态，完全不通油液；而当油压作用力与弹簧力反向时，即使有很小的油压，阀也能打开。压缩阀和伸张阀是卸压阀，其弹簧较硬，只有当油压增高到一定程度时，阀才能打开；而当油压降低到一定程度后，阀又会在弹簧力的作用下立即关闭。

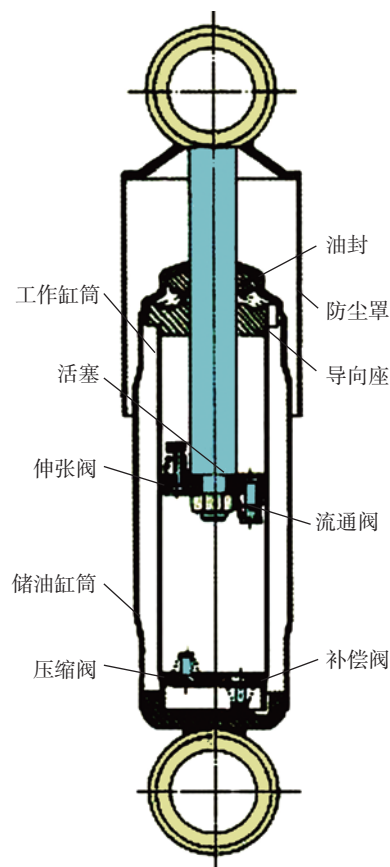


图 3-3-14 双向作用式减振器结构示意图

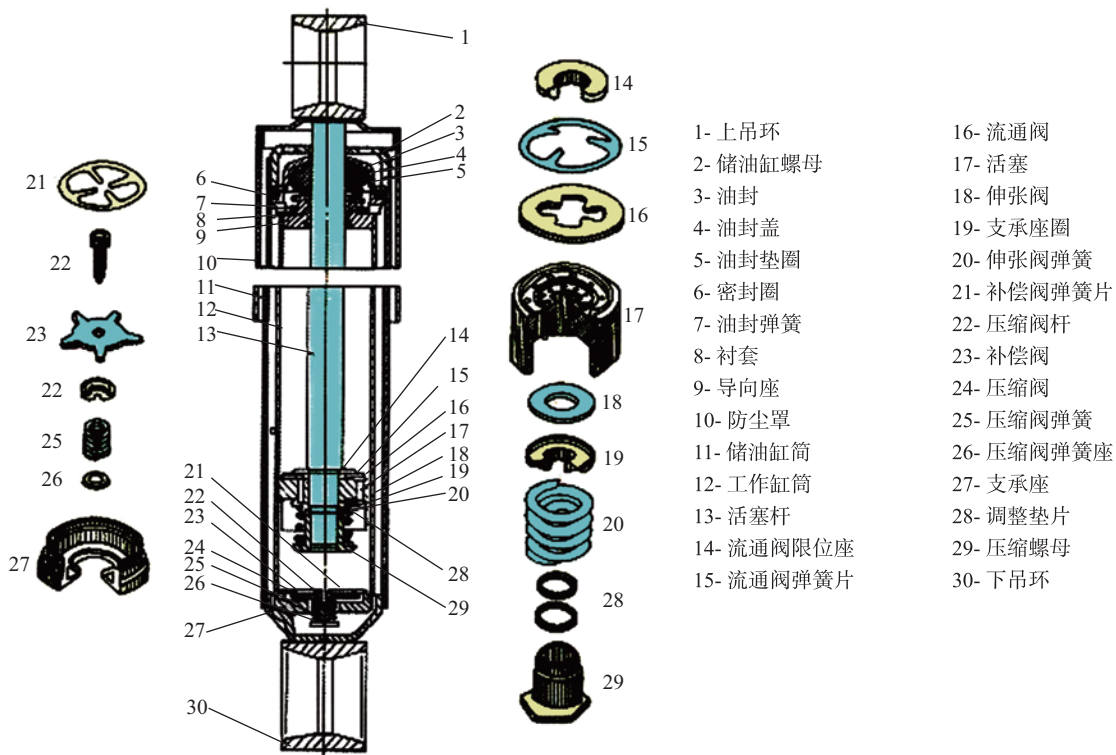


图 3-3-15 解放 CA1091 型汽车减振器的结构图

双向作用式减振器的工作有压缩和伸张两个行程：

#### 1) 压缩行程

当车桥移近车架（或车身）时，减振器被压缩，活塞下移，使其下方腔室的容积减小，油压升高。具有一定压力的油液顶开流通阀进入活塞上方腔室。由于活塞杆占去上腔室的部分容积，使上腔室增加的容积小于下腔室减少的容积，所以还有一些油液不能进入上腔室，而是压开压缩阀，流入储油缸筒。当油液流经上述阀孔时，受到一定的节流阻力，为克服这种阻力而消耗了振动能量，从而使振动衰减。

#### 2) 伸张行程

当车桥远离车架（或车身）时，减振器被拉伸，活塞上移，使其上腔室的油压升高。上腔室的油液便推开伸张阀流入下腔室。同样由于活塞杆的存在，上腔室减小的容积小于下腔室增加的容积，使得从上腔室流出的油液不足以充满下腔室所增加的容积，这时下腔室内产生一定的真空度，在这个真空度的作用下，储油缸筒中的油液顶开补偿阀，流入下腔室补充不足的油液。这时，这些阀的节流作用就产生对悬架伸张运动的阻尼力。由于伸张阀的刚度和预紧力比压缩阀的大，而且伸张行程时的油液通孔面积也比压缩行程时的小，所以减振器在伸张行程中产生的阻尼力比压缩行程中产生的阻尼力要大得多。

### 3. 自动水平减震器

#### (1) 自动水平减震器特点

对于一般减震器，当车辆负载增加时车身会下降，如此将影响车辆稳定性及轮胎的使用寿命，车灯的照射范围也会受到影响。自动水平减震器可以随着车辆负载的变化，将车辆的高度调整在一定范围之内，并且无需借助外力，无需保养。

#### (2) 自动水平减震器

自动水平减震器机构如图 3-3-16 所示，其机构示意图如图 3-3-17 所示。

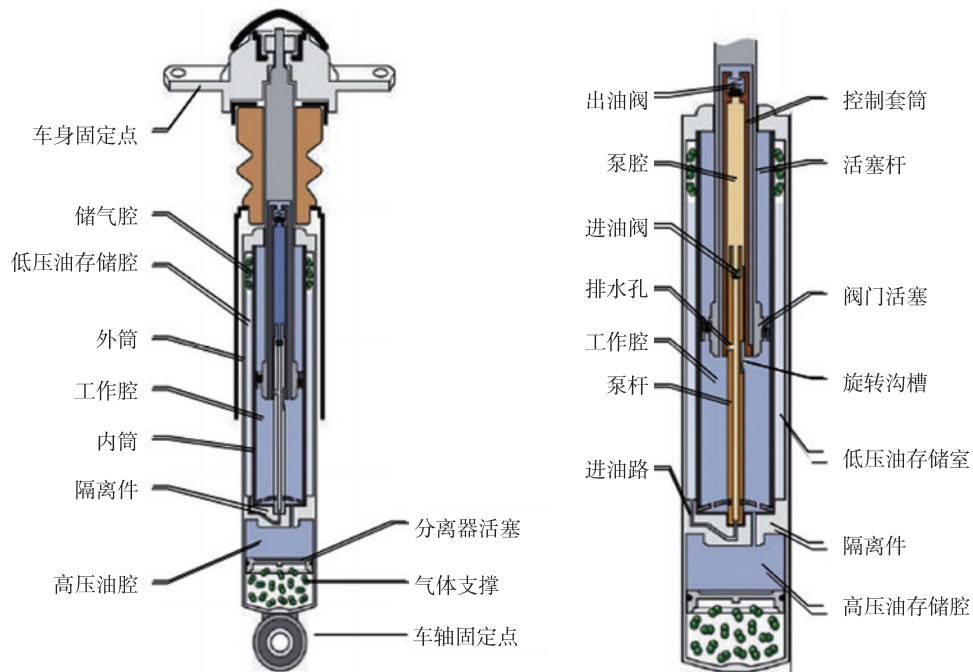


图 3-3-16 自动水平减震器机构

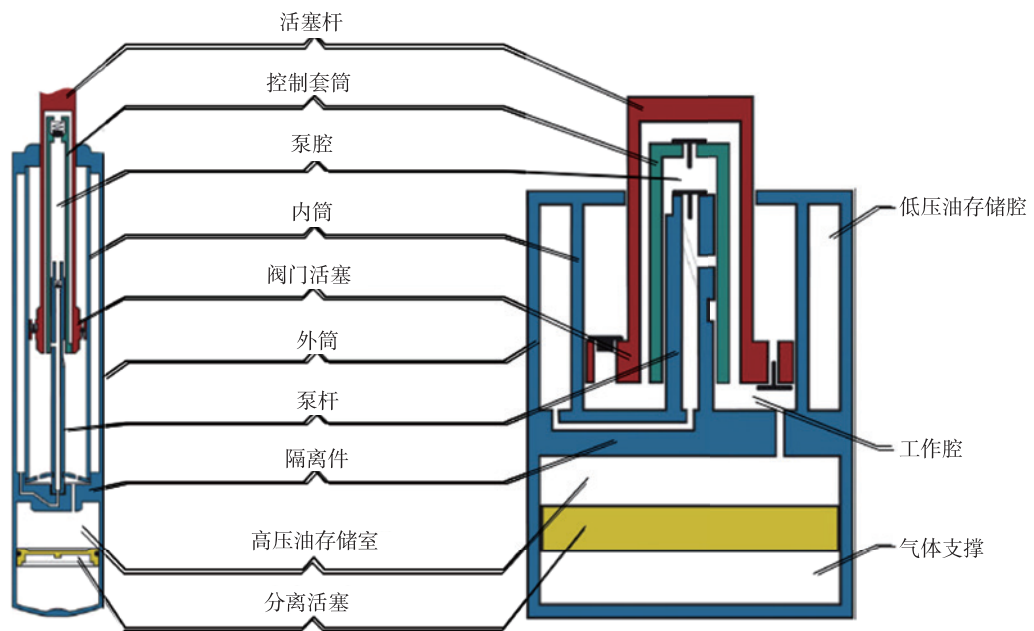


图 3-3-17 自动水平减震器机构示意图

### (3) 自动水平减震器原理

#### 1) 泵油

当车辆负载增加时，活塞杆下移，将泵腔的油液压入工作腔下端，进入高压油腔。随着车辆的震动，减震器回弹，活塞杆上移，此时将低压腔的油液吸入泵腔，如此反复，将油从低压腔泵入工作腔下端及高压腔，如图 3-3-18 所示。

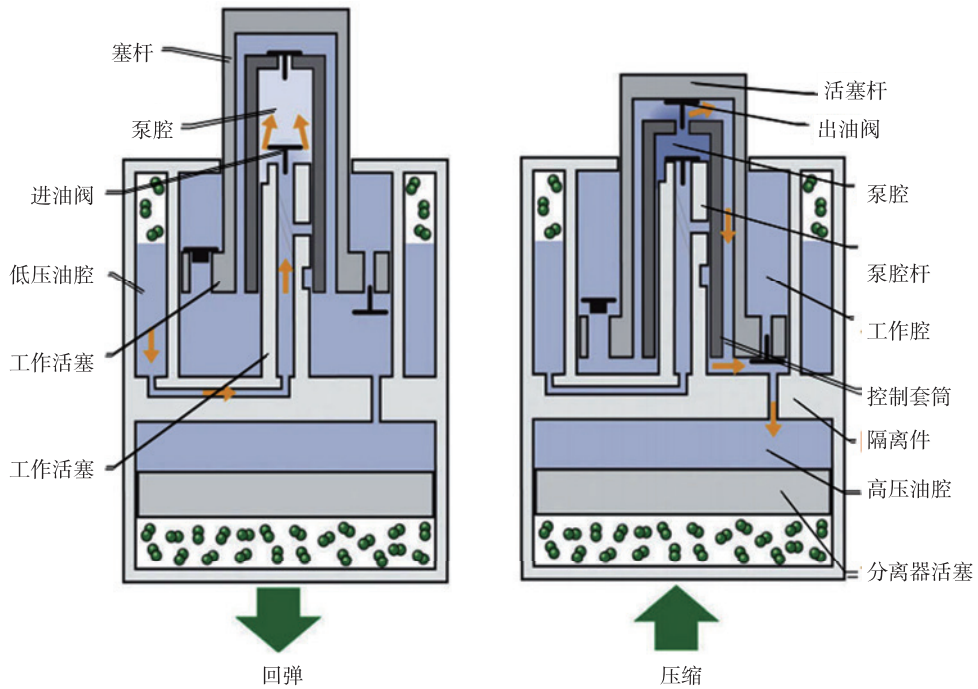


图 3-3-18 泵油

### 2) 抬高车辆

随着减震器的压缩回弹，将油液从低压腔泵入高压腔，使高压腔油液增加油压上升，工作腔下端油液增加，增多的油液将控制杆和活塞杆和控制套筒向上推，使车辆抬高，如图 3-3-19 所示。

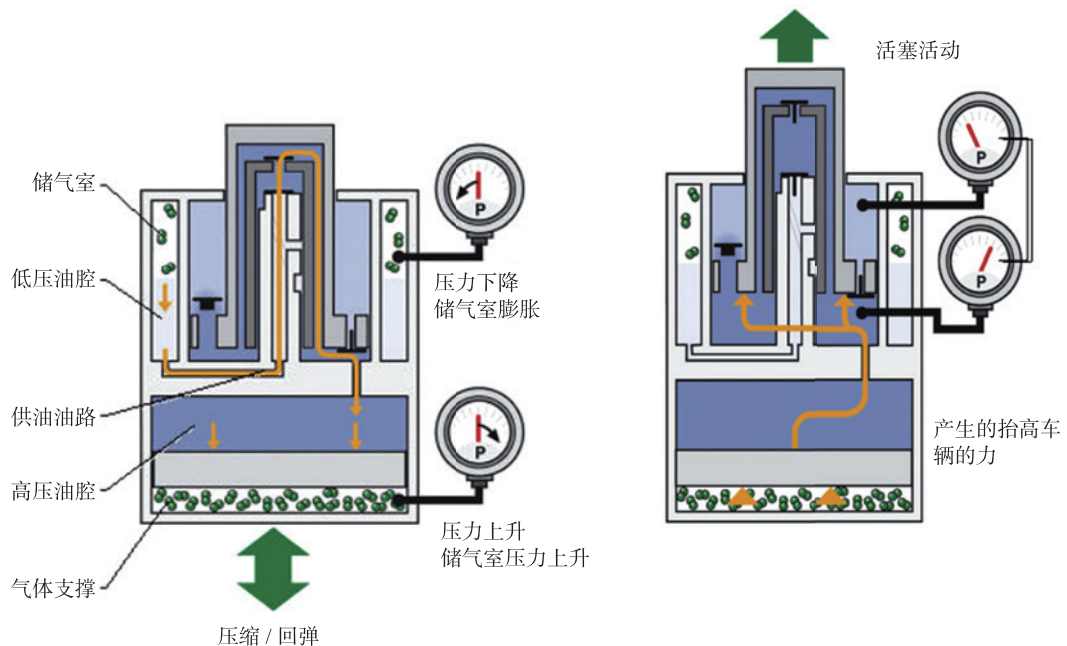


图 3-3-19 抬高车辆

### 3) 保持车辆高度

当控制套筒上升至一定高度，将旋转沟槽进油口打开，使工作腔下端和泵腔想通，此时不能从低压腔进油，从而保持车辆在一定高度，如图 3-3-20 所示。

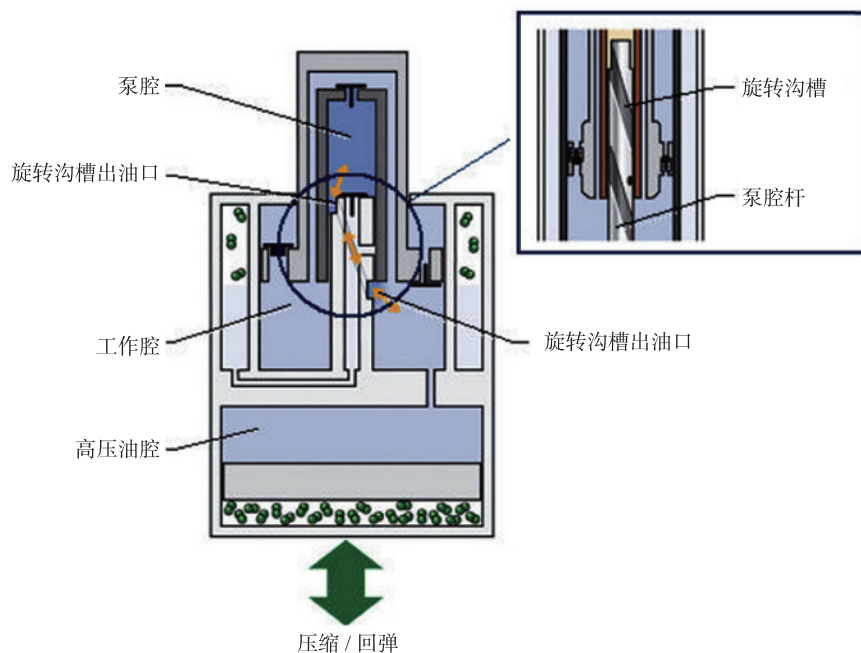


图 3-3-20 保持车辆高度

#### 4) 降低车辆高度

当负载减少时，在高压活塞杆和控制套筒继续上移，将排油口打开，使高压油腔的油液进入低压腔，使活塞杆和控制套筒下移，使车辆下降，如图 3-3-21 所示。

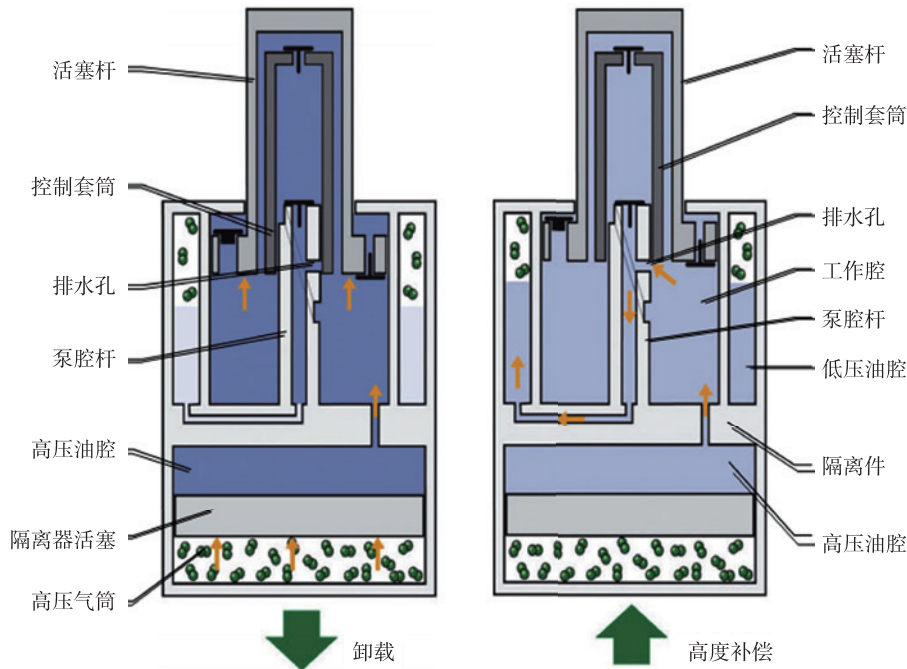


图 3-3-21 降低车辆高度

## 四、横向稳定器

横向稳定器的作用是防止车身在转向等情况下发生过大的横向倾斜。

汽车转向时，在离心力的作用下，外侧车轮的悬架弹簧被压缩，而内侧车轮的悬架弹簧却被伸张，

从而使车身产生横向倾斜，并在转向结束后产生横向角振动。轿车由于其悬架弹簧较软，所以更容易发生这种现象。为了减少这种横向倾斜，在悬架中常常增设横向稳定器，如图 3-3-22 所示。现在轿车用的较多的是杆式横向稳定器，又称横向稳定杆。横向稳定杆用弹簧钢制成，横置在汽车前端或后端，有的汽车前后端都有。

横向稳定杆的工作原理如图 3-3-23 所示。当车身只作垂直跳动而两侧悬架变形量相等时图 a，两横摆臂内端与车身的铰接点 A'、B' 在垂直方向上同向等量的运动，即当两横摆臂在摆动时，其外端的 A、B（分别与横向稳定杆的两端相连接）相对于车身 A'、B' 同向等量地运动，使横向稳定杆的中部在套筒内自由转动，此时横向稳定杆不起作用。

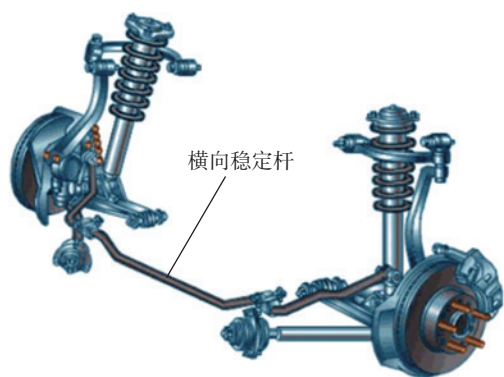


图 3-3-22 汽车的横向稳定杆安装位置图

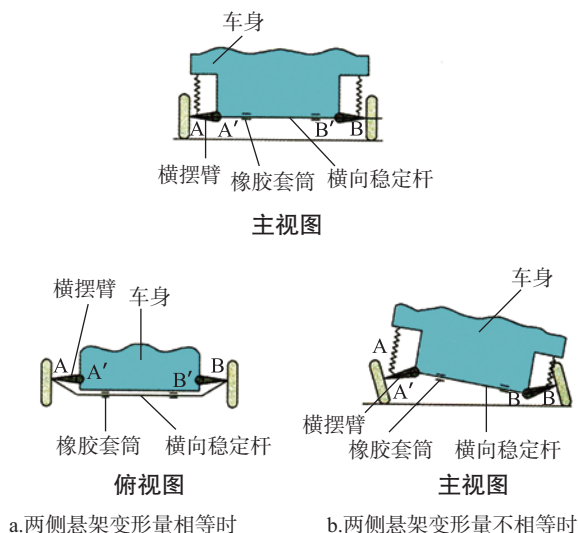


图 3-3-23 横向稳定杆的工作原理示意图

当汽车转向行驶时，两侧悬架的变形量不等，车身相对于路面倾斜时图 b 所示，一侧车身降低，另一侧车身被抬高），横向稳定杆的两端 A、B 相对于车身 A'、B' 的移动方向相反。由于车身倾斜时，横向稳定杆的中部与车身并无相对运动，只是横向稳定杆的两端及其纵向部分向不同的方向偏转，于是横向稳定杆的中部便被扭转。这样具有弹性的横向稳定杆抵抗扭转的内力矩就阻碍了悬架弹簧的变形量，因而减少了车身的横向倾斜和横向角振动。

## 五、悬架

悬架根据结构形式不同可分为非独立式悬架和独立式悬架两种。根据控制方式的不同可以分为被动悬架和电子控制悬架。

### 1. 非独立悬架

非独立悬架的结构特点是汽车两侧车轮分别安装在一根整体式车轴的两端，当一侧车轮因道路不平而跳动时，会影响另一侧车轮的工作。

非独立悬架的特点：

- \* 组成悬架的构件少，结构简单，易于生产和维修；
- \* 车轮定位几乎不因车轮上、下运动而改变，所以轮胎磨损较少；
- \* 转弯时车身倾斜度较小；
- \* 乘坐舒适性不太好；
- \* 由于左右车轮的运动相互影响，所以很容易产生颤动和摇摆现象。

由于非独立悬架的上述特点，使它广泛的应用在货车的前、后悬架，但在轿车上，非独立悬架仅用于后桥。现在常见的非独立悬架主要有以下两种：钢板弹簧式非独立悬架；螺旋弹簧式非独立悬架。

#### (1) 钢板弹簧式非独立悬架

钢板弹簧式非独立悬架中，钢板弹簧通常是纵向布置的，所以这种悬架系统也称为纵置板簧式非独

立悬架，由于它兼起导向机构的作用，使得悬架系统大为简化。如图 3-3-24 所示。这种悬架广泛用于货车的前、后悬架中。

(2) 螺旋弹簧式非独立悬架

如图 3-3-25 所示为典型的螺旋弹簧式非独立悬架（后悬架），这种非独立悬架一般只用作轿车的后悬架。螺旋弹簧上端装在车身上的支座中，下端装在纵向下推力杆上。由于螺旋弹簧只能承受垂直载荷，所以必须设置导向装置（图中纵向下推力杆、纵向上推力杆和横向导杆）来承受并传递纵向力。纵向下推力杆和纵向上推力杆的一端均与车身铰接，另一端则与后桥铰接，其作用是传递驱动力、制动力等纵向力及其力矩。当车轮行驶时因路面颠簸而上下跳动，致使后桥与车身之间的距离发生变化时，纵向下推力杆和纵向上推力杆可绕其与车身的铰接点作上下纵向摆动。

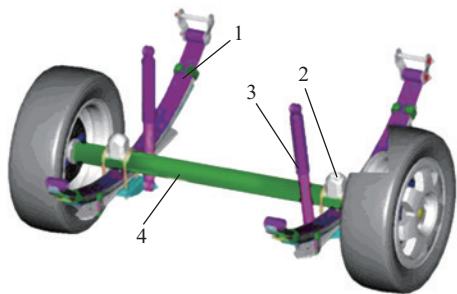


图 3-3-24 钢板弹簧式非独立悬架结构示意图

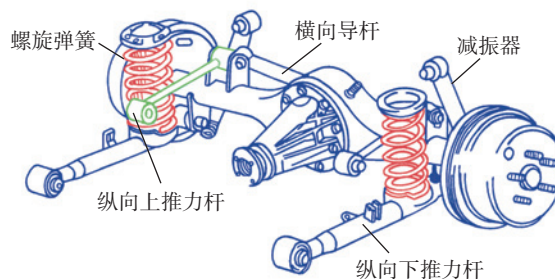


图 3-3-25 螺旋弹簧式非独立悬架结构示意图

横向导杆的一端与车身铰接，另一端与后桥铰接。它用以传递悬架系统的横向力，比如汽车转向时的离心力等。当后桥与车身之间的距离发生变化时，横向导杆也可绕其铰接点作上下横向摆动。为了避免车身和后桥在横向产生过大的相对位移，要求横向导杆与后桥之间的空间夹角尽可能小，即横向导杆与后桥尽可能保持平行。减振器的上端铰接在车身支架上，下端铰接在车桥支架上，起减振作用，以提高汽车的乘坐舒适性。

2. 独立悬架

独立悬架两侧车轮分别安装在断开式的车轴两端，每段车轴和车轮单独通过弹性元件与车架或车身相连，当一侧车轮跳动时，对另一侧车轮不产生影响。与非独立悬架不同，独立悬架很少采用钢板弹簧作为弹性元件，而是大多采用螺旋弹簧或扭杆弹簧作为弹性元件，因此一般都设有导向机构。

(1) 特点

独立悬架有以下特点：

- 1) 在悬架弹性元件一定的变形范围内，两侧车轮可以单独运动，互不影响，不但减小了行驶时车架和车身的振动，而且可以防止转向轮的偏摆。
- 2) 独立悬架系统一般都配备稳定杆，可减少转弯时的左右摇晃，改进稳定性。
- 3) 汽车的非悬架重量小，采用独立悬架时，非悬架重量只包括车轮重量和悬架系统中部分零件的重量，比非独立悬架的非悬架重量要小得多，所以采用独立悬架，可提高汽车的平稳性和乘坐舒适性。
- 4) 前轮定位随车轮的上下运动而改变；由于左右车轮之间没有车轴相连，所以地板和发动机的安装位置可以降低，这样可降低车辆的重心，有利于提供汽车行使的稳定性。

(2) 形式

独立悬架的结构类型很多，一般按照车辆的运动形式可分为以下四类：

- 1) 横臂式独立悬架：车轮在汽车横向平面内摆动的独立悬架（如图 3-3-26a 所示）；
- 2) 纵臂式独立悬架：车轮在汽车纵向平面内摆动的独立悬架（如图 3-3-26b 所示）；
- 3) 单斜臂式独立悬架：其摆臂的摆动轴线与车轴线斜交叉（如图 3-3-26c 所示）；
- 4) 车轮沿主销轴线移动的悬架：包括烛式悬架（如图 3-3-26d 所示）和麦弗逊式悬架（如图 3-3-26e 所示）。

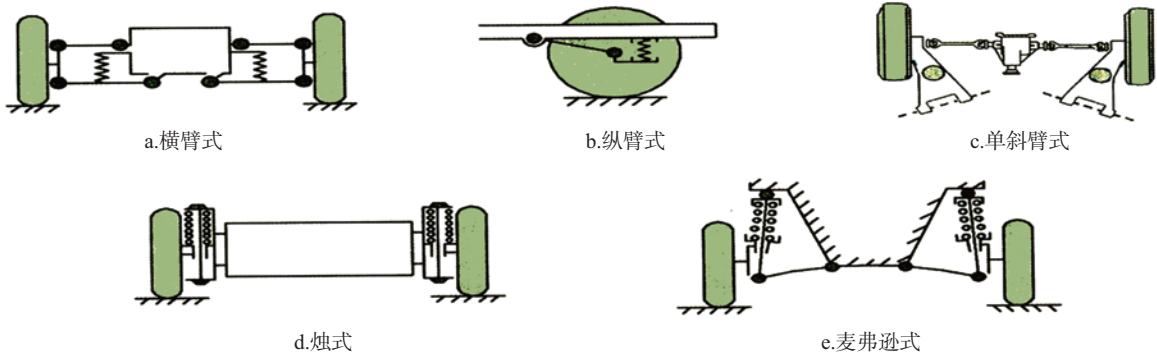


图 3-3-26 独立悬架的类型示意图

(3) 结构

1) 横臂式独立悬架

横臂式独立悬架可以分为单横臂式独立悬架和双横臂式独立悬架两种形式。

①单横臂式独立悬架

单横臂式独立悬架如图 3-3-27 所示，横摆臂的内端与车身铰接，外端与车轮相接，弹性元件装在摆臂与车身之间。当弹性元件变形时，摆臂以铰接点为中心带动车轮在汽车横向平面内摆动。

这种悬架系统的特点是当弹性元件变形、车轮横向摆动时，车轮平面将产生倾斜而改变两侧车轮与路面接触点之间的距离——轮距，从而使轮胎相对于路面滑移，破坏了轮胎与地面间的附着力，增加了轮胎磨损。此外，如果这种悬架系统用于转向轮，则车轮横向摆动时还会引起主销内倾角和车轮外倾角的变化，从而影响汽车的操纵稳定性，所以这种悬架系统现在应用越来越少。

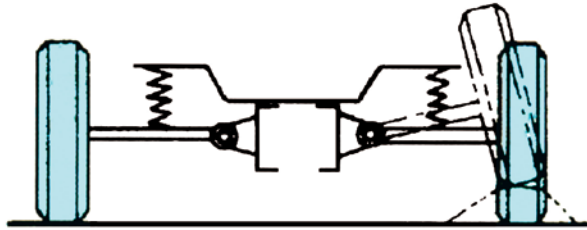


图 3-3-27 单横臂式独立悬架示意图

②双横臂式独立悬架

双横臂式独立悬架结构如图 3-3-28 所示，悬架两个横臂（控制臂）的长度可以相等，也可以不等。

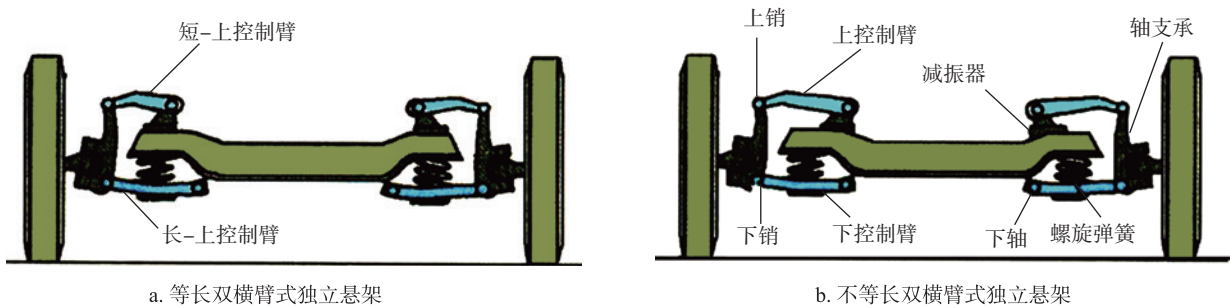


图 3-3-28 双横臂式独立悬架示意图

横臂长度相等的双横臂式独立悬架在车轮因颠簸而跳动时，虽然车轮平面不发生倾斜，但会使轮距发生较大的变化（如图 3-3-29a 所示），这将使车轮产生横向滑移，加剧轮胎的磨损；对于横臂长度不相等的双横臂式独立悬架，如果将两横臂的长度选择适当，可以使车轮和主销的角度以及轮距的变化都不会过大（如图 3-3-29b 所示），而不大的轮距变化在轮胎较软时可由轮胎的变形来适应。由此可见，双横臂式独立悬架既改善了汽车的乘坐舒适性和行驶平顺性，又保证了轮胎的寿命，所以在轿车前轮上

的应用广泛。

### ③横臂式独立悬架的部件

横臂式独立悬架系统的主要工作元件有弹簧、减震器、横臂（控制臂）、球节和轮轴组件等，弹簧和减震器已经在前面讲过，这里再介绍一下横臂（控制臂）、球节和轮轴组件的相关知识。

#### A. 横臂（控制臂）

横臂（控制臂）有上控制臂和下控制臂，主要起定位器的作用，它们确定悬架系统及其元件相对于汽车的位置。横臂的内端通过衬套连接到车架上，外端通过转向球节连接到车轮转向节上。控制臂一般有两种：双叉控制臂（或双枢轴控制臂）和单枢轴控制臂（或单衬套控制臂），如图所示。双叉控制臂比单枢轴控制臂的稳定性好，但其较重且占用空间大如图 3-3-30 所示。

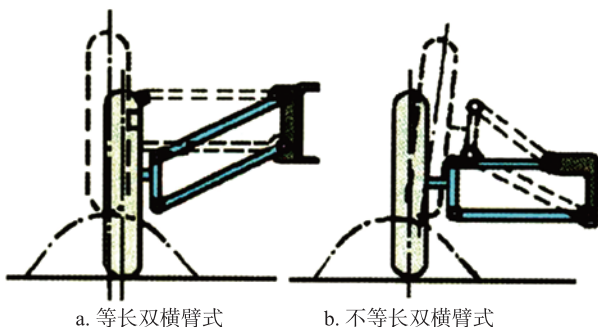


图 3-3-29 双横臂式独立悬架的运动示意图

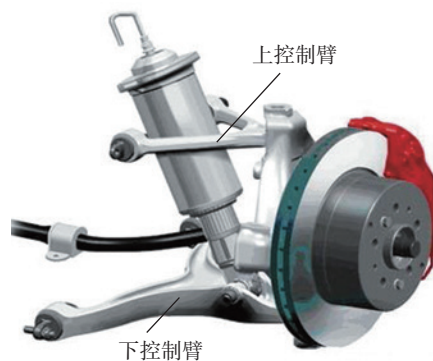


图 3-3-30 控制臂的类型示意图

#### B. 球节

球节的作用是连接转向节和控制臂，当汽车转向时，允许转向节在控制臂之间转动，也允许控制臂上下移动。

球节可分为两类：

- ★承载球节；
- ★非承载球节（或稳定式球节）。

##### a. 承载球节

承载球节支承汽车重量，它装在前独立悬架系统的控制臂中，如图 3-3-31 所示。

承载球节有压缩承载球节和拉伸承载球节两种。压缩承载球节用于承受压在球销顶部的载荷（如图 3-3-32a 所示）。大多数压缩承载球节的磨损，出现在球销头部压入其座的部位。

拉伸承载球节承受的是力图将球节拉离的载荷（如图 3-3-32b 所示）。在这种球节中，磨损出现在球销肩部朝其座孔拉动的区域。横臂长度不等的双横臂式独立悬架的下球节就是拉伸球节。

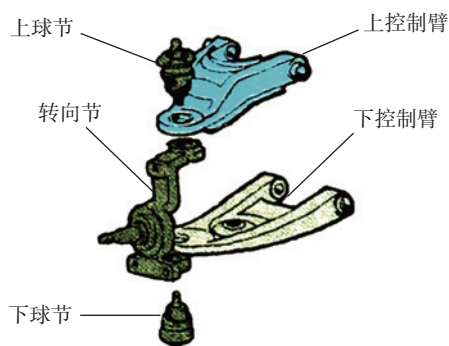


图 3-3-31 球节的安装位置示意图

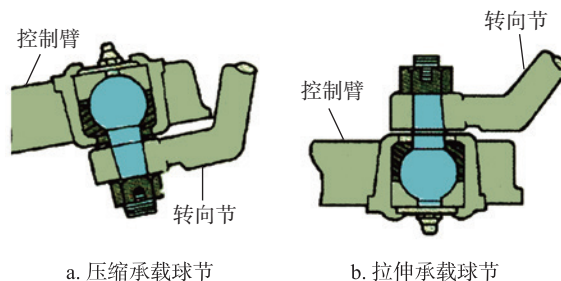


图 3-3-32 压缩承载球节和拉伸承载球节结构图

##### b. 非承载球节

非承载球节用于横臂长度不等的双横臂式独立悬架的上球节（如图 3-3-33 所示）。由于非承载球节不承担重量，所以为了改善转向稳定性，将其预加载荷而保持紧度，并提供阻力。非承载球节的任何部位出现间隙，都应该更换球节。

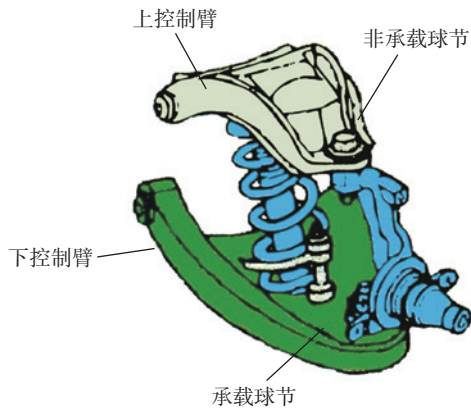


图 3-3-33 非承载球节安装位置图

### c. 衬套

为了保证悬架系统各枢轴的工作状态良好、润滑点数少并允许总成有轻微失调，在很多悬架元件上都有橡胶或聚氨酯做的衬套，如横臂（控制臂）、半径臂、撑杆等（如图 3-3-34 所示）。此外，衬套还有助于吸收道路冲击，减少汽车噪音。衬套常出现的问题是过度磨损，导致汽车底盘在行驶过程中可能会产生各种噪音或异响，这时可通过试车和检查底盘来查找具体原因。

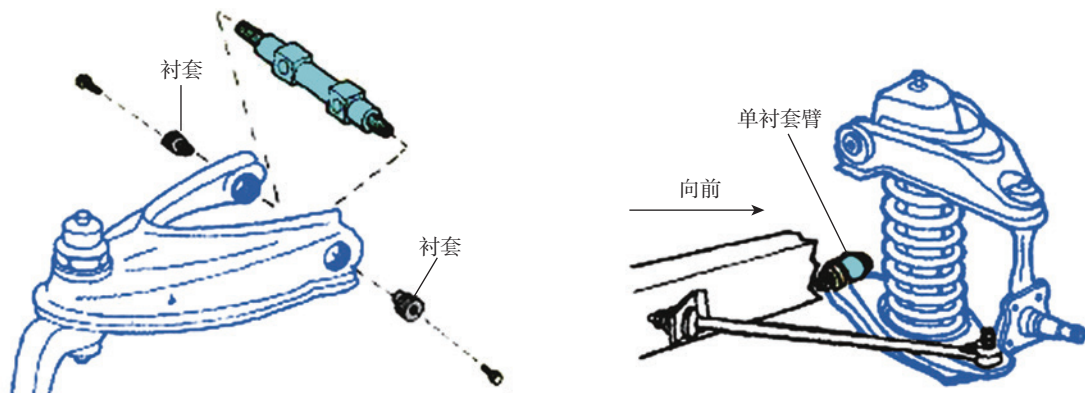


图 3-3-34 悬架系统的衬套安装位置图

## 3. 纵臂式独立悬架

纵臂式独立悬架分为单纵臂式独立悬架和双纵臂式独立悬架两种形式。

### (1) 单纵臂式独立悬架

如图 3-3-35 所示为雷诺 -5 型轿车后轮所用的单纵臂式扭杆弹簧独立悬架。

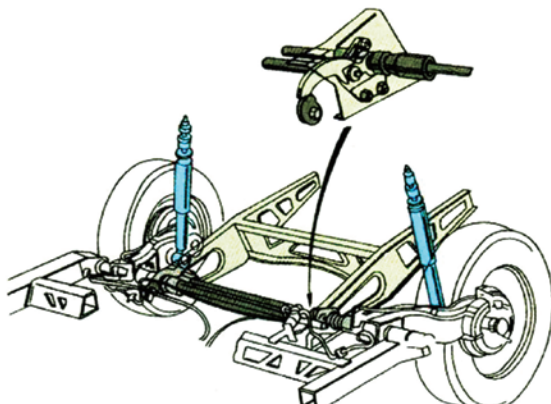


图 3-3-35 单纵臂式独立悬架示意图

这种悬架系统若用于转向轮，则在车轮上下跳动时，前轮外倾角和轮距不变，但主销后倾角将会有很大的变化，所以单纵臂式独立悬架一般不用于转向轮。

在单纵臂式独立悬架中，悬架的纵臂是一个箱形结构，其一端用花键与车轮的心轴相连，另一端带有套筒，套筒通过花键与扭杆弹簧的外端相连。扭杆弹簧装在橡胶衬套中，其一端与套筒连接，另一端与车架另一侧的纵臂连接。套筒的两端用橡胶衬套支承在车架的套筒中，并以此为活动铰链。当汽车行驶在颠簸路面导致车轮跳动时，纵臂绕套筒和扭杆弹簧的中心线纵向摆动，使扭杆弹簧产生扭转变形以缓冲冲击。

如图 3-3-36 所示是一种采用单纵臂式螺旋弹簧的轿车独立悬架。

#### (2) 双纵臂式独立悬架

如图 3-3-37 所示为双纵臂式独立悬架的示意图，它的两个纵臂的长度一般是相等的。这样当车轮急剧跳动时，其主销后倾角不变，所以这种悬架系统适用于转向轮。双纵臂式独立悬架的两根纵臂的后端与转向节连接，前端则与摆臂轴刚性的连接。摆臂轴支撑在车架横梁内部的衬套中。扭杆弹簧由若干片矩形断面的薄弹簧钢片叠加而成，它的外端插入摆臂轴的矩形孔内，中部用螺钉与管形横梁固定。这种悬架两侧车轮共用两根扭杆弹簧。

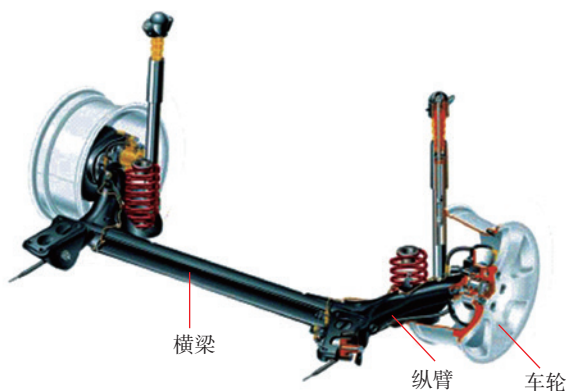


图 3-3-36 单纵臂式独立悬架示意图

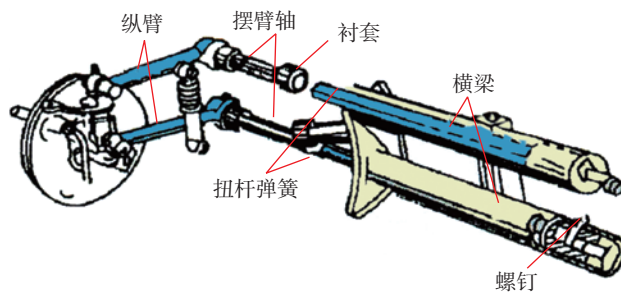


图 3-3-37 双纵臂式扭杆弹簧独立悬架示意图

#### 4. 单斜臂式独立悬架

单斜臂式独立悬架的结构如图 3-3-38 所示，其特点是当车轮上下跳动时，摆臂的摆动轴线与车轴的轴线斜交叉，而对于单横臂式独立悬架，其摆臂的摆动轴线与车轴轴线垂直；对于单纵臂式独立悬架，其摆臂的摆动轴线与车轴轴线平行。所以这种悬架系统称为单斜臂式独立悬架。

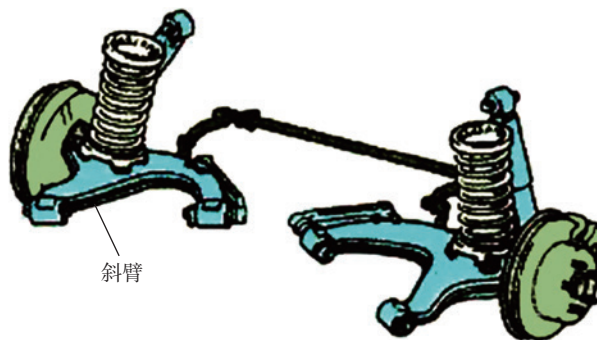
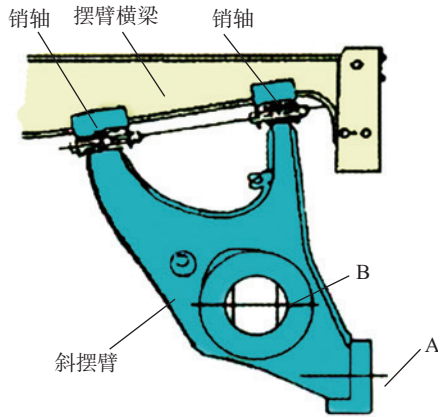


图 3-3-38 单斜臂式独立悬架示意图

摆臂摆动轴线与车轴轴线不同的夹角，可使这种悬架接近于单横臂式独立悬架或单纵臂式独立悬架，使其兼有这两种独立悬架的特点。这种单斜臂式独立悬架常用于轿车后悬架。如图 3-3-39 所示为广州标致 505 型轿车的后悬架。



A- 车轮轮毂安装孔轴线 B- 减振器安装孔轴线  
图 3-3-39 广州标致 505 型轿车的后悬架示意图

### 5. 车轮沿主销移动的独立悬架

车轮沿主销移动的独立悬架主要有两种形式：烛式独立悬架和麦弗逊式独立悬架。

#### (1) 烛式独立悬架

烛式独立悬架的车轮沿固定不动的主销轴线移动，如图 3-3-40 所示。主销刚性固定在车架上，转向轮、转向节装在套筒上，烛式独立悬架的主销定位角不会随着车轮的跳动而变化，所以使用此悬架的车辆转向操纵性和行驶稳定性较好。但由于这种悬架的侧向力全部由套筒和主销承受，所以套筒和主销之间的摩擦阻力大，磨损严重。

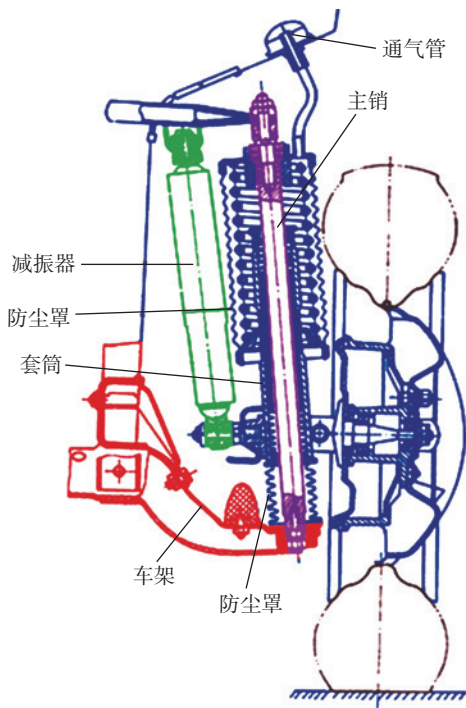


图 3-3-40 烛式独立悬架结构图

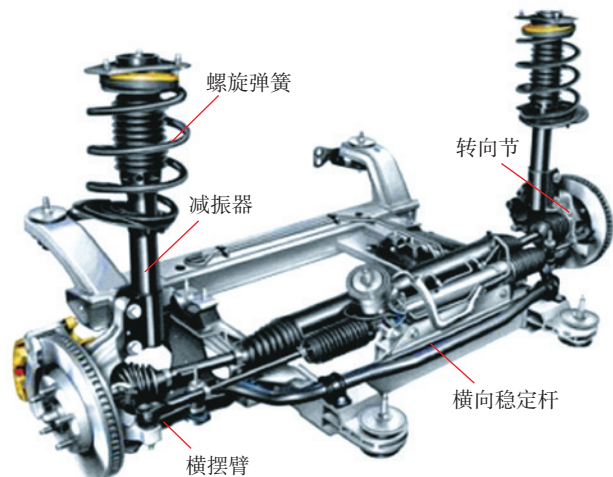


图 3-3-41 麦弗逊式独立悬架（丰田佳美）示意图

#### (2) 麦弗逊式悬架

麦弗逊式独立悬架的车轮沿摆动的主销轴线移动，如图 3-3-41 所示。下摆臂通过球头铰接与转向节相连。减震器的上端通过螺栓和橡胶垫圈与车身连接，下端固定在轮毂轴承壳上，外面套有螺旋弹簧。主销的轴线为两个铰接点的连线。当车轮上下跳动时，因为减振器的下支点随着横摆臂而摆动，所以主

销轴线的角度是变化的。车轮是沿着摆动的主销轴线运动。所以，麦弗逊式独立悬架变形时，主销的定位角和轮距都会发生变化，但如果调整杆系的位置合理，可使车轮的这些定位参数变化极小。麦弗逊式独立悬架的优点主要有：

- 构件少、重量轻，所以可以减轻非悬架重量；
- 由于悬架所占的空间小，所以可增大发动机室的可用空间；
- 由于悬架支撑点之间的距离大，所以即使有安装错位或零件制造误差，前轮定位也不会受到太大的影响。所以这类悬架除了前轮前束之外，通常不需要进行定位调整。

麦弗逊式独立悬架在小型车和中型车辆的前悬架中使用非常广泛，在前置发动机前轮驱动车辆的后悬架中也有应用。一汽奥迪 100、捷达、高尔夫及桑塔纳等轿车均采用麦弗逊式独立悬架。

主要由弹簧（如板簧、螺旋弹簧、扭杆等）、减振器和导向机构三部分组成的悬架被称为被动悬架。当汽车行驶在不同路面上而使车轮受到冲击时，由于悬架装置实现了车体和车轮之间的弹性支承，有效地抑制、降低了车体与车轮的动载和振动，从而保证汽车行驶的平顺性和操纵稳定性，达到提高平均行驶速度的目的。其弹簧刚度和减震器的阻尼系数在汽车行驶过程中都不能人为地加以控制改变，即只具有固定的悬架刚度和阻尼系数，这种悬架所产生的弹性力和阻尼力由道路和车速等条件决定，虽然不能适应广泛的道路状况，但因其加工容易、成本低，目前仍然是汽车上的主导装备产品。

## 6. 电子控制悬架

### （1）被动悬架与主动悬架

汽车的悬架一般由弹性元件、减振器和导向元件组成。其作用是连接车身与车轮，以适当的刚性支撑车轮，并吸收路面的冲击，改善车辆的舒适性和平顺性；稳定汽车行驶，改善操纵性。悬架作用中的平顺性与操纵稳定性有着相互矛盾的关系。若想改善汽车的舒适性和平顺性而采用较软的弹性元件，那么就会增加转弯时的侧倾及加速或制动时的前后颠簸，从而使操纵稳定性变差。

同样，若想改善汽车的操纵稳定性而采用较硬的弹性元件，那么将增加汽车对路面不平度的敏感性，从而降低平顺性。如何调整两者之间的关系，有时竟是非常困难的事，只能根据汽车的用途加以调整。对于传统悬架，当其结构确定后，就具有固定的悬架刚度和阻尼系数，在汽车行驶的过程中不能人为地控制加以调节，因此称为被动悬架。

随着电子技术的发展，出现了电控悬架。它是通过电子控制单元（ECU）来控制相应的执行元件，改变悬架特性以适应各种复杂的行驶工况对悬架系统的不同要求，从而使舒适性、平顺性和操纵稳定性同时得到改善。电控悬架可以调节悬架刚度和阻尼系数，突破被动悬架的局限区域，因此，电控悬架是一种主动悬架。电控悬架在其电子控制装置的控制下，能根据外界接受的信息或车辆本身状态的变化，进行动态的自适应性调节，即电控悬架没有固定的悬架刚度和阻尼系数，这样可以随着道路条件的变化和行驶需要自动地调节，从根本上解决平顺性和操纵稳定性之间的矛盾，提高汽车的使用性能。

根据调节悬架的刚度和阻尼系数，悬架分为半主动悬架系统和全主动悬架系统。

半主动悬架是对悬架的刚度和阻尼系数其中之一能进行实时调节控制的悬架。为了减少执行机构需要的功率，半主动悬架系统通常不考虑调节悬架刚度，而只对悬架的阻尼系数进行调节。半主动悬架系统又根据调节阻尼系数的特点分为有级式半主动悬架和无级式半主动悬架两种。由于半主动悬架控制系统较简单，而且能达到与全主动悬架相近的性能，固应用较广泛。

全主动悬架系统是对悬架的刚度和阻尼系数均能进行实时调节，可以同时提高车辆的平顺性和操纵稳定性。全主动悬架系统，采用油气悬架和空气悬架取代被动悬架的弹性元件和减振器。目前，全主动悬架系统根据控制的介质可分为主动空气悬架、主动油气悬架和主动液力悬架 3 种。全主动悬架一般包括控制机构和执行机构。控制机构是由 ECU 和传感器等组成的闭环控制系统，通过传感器监测道路条件、汽车的运行状态和驾驶员的需求，按照设定的控制规律向执行机构（空气弹簧、动力源等）适时地发出控制信号，以调节悬架刚度和阻尼系数。

全主动悬架虽然改善了被动悬架的不足之处，但是全主动悬架需要复杂的控制系统和较大外部动力源驱动，即全主动悬架与被动悬架之间是半主动悬架。

### （2）电控悬架的功用

电控悬架的功用可以概括为下面两点：

- 1) 弹簧弹性系数（刚度）与阻尼系数（减振力）的控制；
- 2) 调整高度。

常用的电控悬架实际是电子控制油气悬架或空气悬架，它用空气弹簧代替金属弹簧，利用液压减振器和空气弹簧中存在的压缩空气进行减振器阻尼系数与悬架刚度的有级调节和车高的自动调节控制。电控悬架系统具有车高调节、悬架刚度和减振器阻尼系数“软一中一硬”有级转换控制的功用。

电控悬架通过改变悬架刚度和阻尼系数来提高汽车的操纵稳定性和平顺性。当汽车在高低不平的路面上行驶时，电控悬架使弹簧刚度和阻尼系数根据需要变成“中等”或“坚硬”状态，以控制汽车车身跳动或前后抖动，从而改善汽车行驶的平顺性和乘坐的舒适性；当汽车急转弯时，电控悬架使弹簧刚度和阻尼系数变成“坚硬”状态，以控制车身的横向倾斜或摇摆；当汽车急加速行驶或汽车紧急制动时，电控悬架使弹簧刚度和阻尼系数变成“坚硬”状态，防止车身出现后部下沉（下坐）或车身的前倾（栽头），使汽车的姿态变化减至最小，改善操纵稳定性。除此之外，电控悬架还具有调整汽车高度的功能。汽车上的乘员和行李质量发生变化，电控悬架能使汽车始终保持一恒定的高度；当汽车在很差的道路上行驶时，能使汽车高度增加，提高车辆的通过性；当汽车高速行驶时，又使车高降低，以减少空气阻力，提高操纵稳定性；当汽车驻车时，电控悬架会降低车高，改善汽车驻车的安全性。

#### （3）电控悬架的组成与工作原理

电控悬架由传感器、电子控制单元（ECU）、执行器等组成。

传感器包括车高传感器、车速传感器、节气门位置传感器、转向传感器和制动开关、停车灯开关、车门开关等，这些传感器将相关信号转变成电信号传给电控单元，电控单元通过运算处理，控制空气弹簧等执行器进行适应性调节，保持车辆平顺性和操纵稳定性。空气压缩机产生的压缩空气送入空气弹簧的空气室中，ECU根据汽车高度信号，控制压缩机和排气阀充气或排气，使空气弹簧伸长或压缩而达到控制车辆高度的目的。同时，ECU根据车速、转向、加速、制动、车高等信号，通过控制阀改变空气弹簧主、副气室间的流通面积，进行弹簧刚度的调节；并通过控制减振器中的旋转阀及通、断油孔改变节流孔的数量，使阀体中减振液的流通快慢发生变化，从而改变减振器的阻尼系数。



## 第四节 车 桥

### 一、功用与类型

#### 1. 功用

车桥通过悬架和车架（或承载式车身）相连，两端安装汽车车轮，其功用是传递车架与车轮之间各方向作用力及其产生的弯矩和扭矩。

#### 2. 类型

(1) 按悬架的结构不同，车桥分为整体式、断开式车桥。整体式车桥的中部为刚性实心或空心梁，与非独立悬架配用；断开式车桥为活动关节式结构，与独立悬架配用。

(2) 按车桥上车轮的作用不同，分为转向桥、驱动桥、转向驱动桥、支持桥四种。

在后轮驱动的汽车中，前桥不仅用于承载，还起到转向作用，称为转向桥；后桥不仅用于承载，还起到驱动作用，称为驱动桥。

越野汽车和前轮驱动汽车的前桥，除了承载和转向的作用外，还兼起驱动的作用，称为转向驱动桥。只起支撑作用的车桥称为支持桥。支持桥除了不能转向外，其他功能和结构与转向桥相同。

### 二、转向桥

汽车前桥一般是转向桥，也称驾驶桥。它能使装在前桥两端的车轮偏转一定的角度，以实现汽车转向。同时它承载和传递车轮与车架之间的垂直力、垂直反力及其产生的弯矩；水平方向的道路阻力、制动力及其产生的水平弯矩和扭矩。现代汽车一般都是前桥转向，也有少数是多桥转向的。

各种车型的整体式转向桥结构基本相同，都是有前轴、转向节、主销、和轮毂组成。前桥是转向桥的主体。

#### 1. 与非独立悬架匹配的转向车桥

这类转向桥结构大体相同，主要由前梁、转向节、主销和轮毂等部分组成。车桥两端与转向节铰接。前梁的中部为实心或空心梁，如图 3-4-1 所示。

##### (1) 轮毂与制动鼓

轮毂与制动鼓用螺栓与车轮连接，其内端是制动鼓 1。轮毂轴承是通过润滑脂润滑。为防止润滑脂侵入制动鼓，影响制动功能，在内端轴承内侧装油封 6 和油封垫圈。外轴承外端用轮毂盖加以防尘。轮毂轴承的预紧是需调整的，其方法是

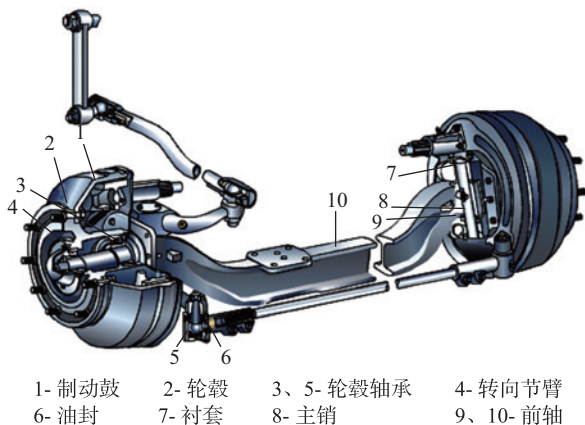


图 3-4-1 解放 CA10 转向桥结构图

将高速螺母拧紧，使轮毂转动困难，再将螺母退回 1/6 ~ 1/4 圈，感到轮毂转动灵活即可。轮毂实物见图 3-4-2 所示。

### (2) 前梁

前梁工作时主要承受垂直弯矩，因而前梁采用工字形断面以提高梁的抗弯强度，同时减轻重量。另外制动时，前梁还要承受扭矩，因此从弹簧处向外逐渐由工字形断面过渡到方形（卵形成圆形）断面，以提高其扭转刚度，同时保持断面强度相等，前梁实物见图 3-4-3 所示。

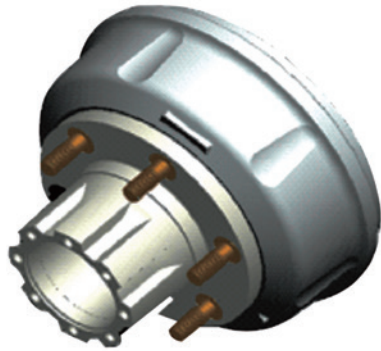


图 3-4-2 轮毂与制动鼓实物图

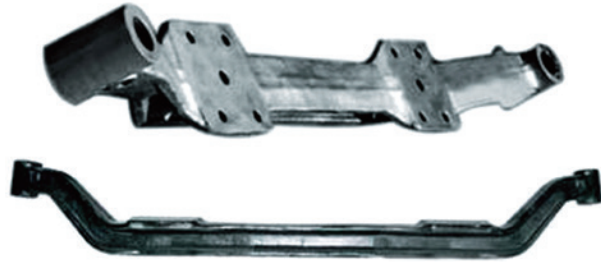


图 3-4-3 前梁实物图

### (3) 转向节、主销、止推轴承和主销铜套

转向节有左右两个，其上两耳部有通孔，通过主销分别将前梁两端连接起来。转向节通过滚锥轴承与轮毂连接，使车轮绕主销偏转，而实现汽车转向。

转向节内端两耳部通孔内压入青铜衬套，销孔端部用盖加以封住，并通过转向节上的注油孔注入润滑油。下耳与前梁拳部之间装有止推轴承，减少转向阻力。上耳与前梁拳部之间装有调整垫片，以调整转向节叉的轴向间隙，靠转向节拳耳部有一方形突缘，用以固定制动底板。左转向节两耳上端的锥形孔用于安装转向节上臂，下端的锥形孔分别用以安装左右转向节臂的。为使转向灵活，转向节下拳耳与前梁拳部之间装的止推轴承，转向节主销与转向节及转向节主销铜套实物见图 3-4-4 所示。



图 3-4-4 止推轴承和铜套实物图

## 2. 与独立悬架匹配的转向桥

断开式转向桥的作用与非断开式转向桥一样，所不同的是断开式转向桥与独立悬架匹配，断开式车桥为活动关节式结构。断开式转向桥上所安装的轮毂与制动鼓或制动盘结构，与前面非独立悬架匹配的转向车桥所述基本相似，转向节见图 3-4-5 所示。

目前，许多现代轿车采用了发动机前置前轮驱动的布置形式，其前桥既是转向桥又为驱动桥。此种类型的转向驱动桥多采用麦弗逊式独立悬架。其特点是结构简单，布置紧凑，具有良好的接近性，便于维修，而且转弯直径小，机动性好。如图 3-4-6 所示为麦佛孙式悬架前桥总成。图中未画出中间主减速器和差速器。它由两个烛式独立悬架 6 和 11 组成。其动力经主减速器和差速器传至内半轴 1 和内等角速万向节 18，经球笼式万向节和外半轴传到轮毂使驱动车轮旋转。

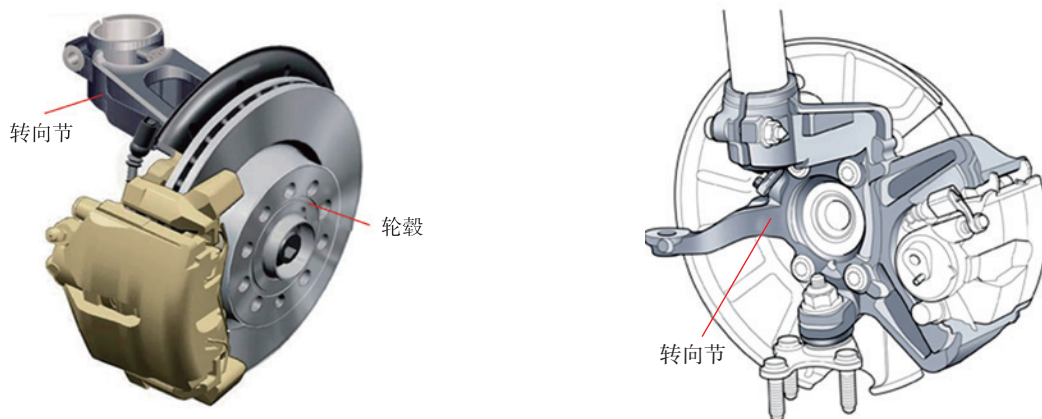
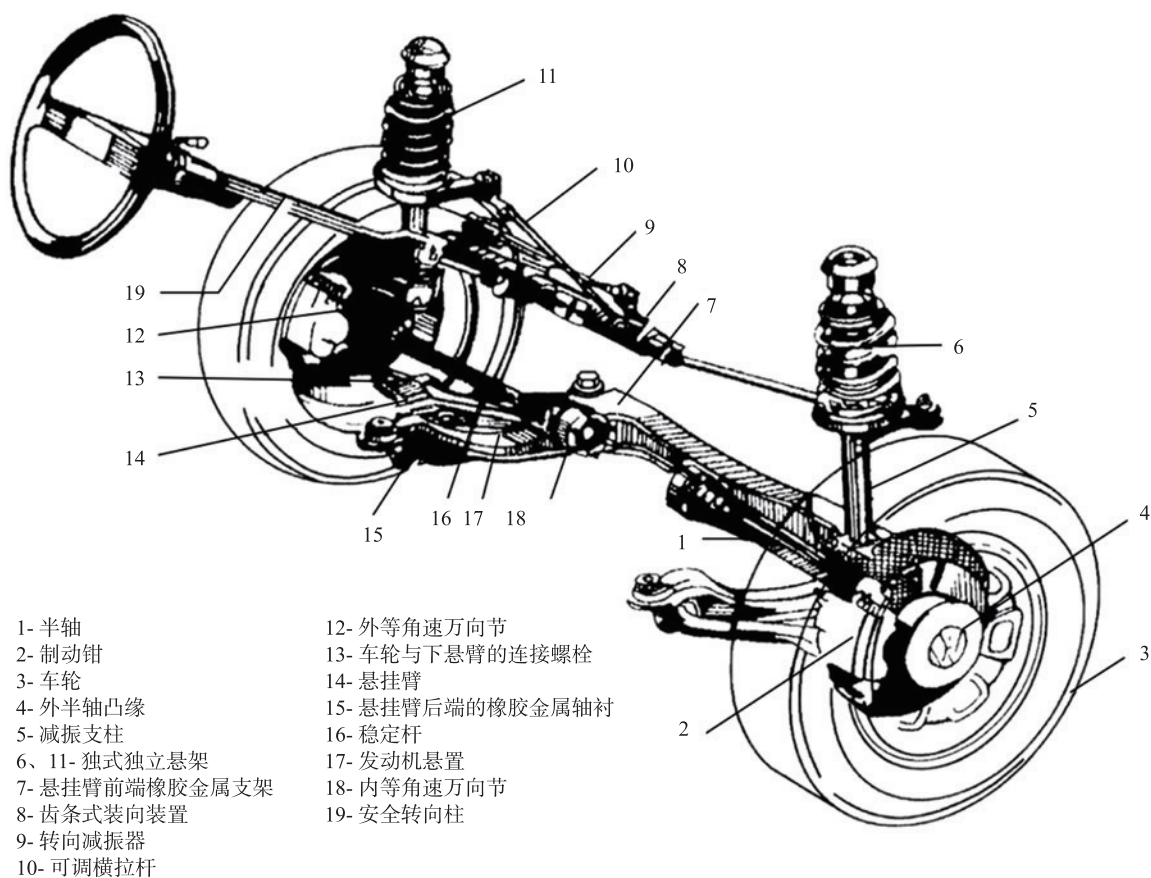


图 3-4-5 独立悬架所用转向节示意图



- |                |                  |
|----------------|------------------|
| 1- 半轴          | 12- 外等角速万向节      |
| 2- 制动钳         | 13- 车轮与下悬臂的连接螺栓  |
| 3- 车轮          | 14- 悬挂臂          |
| 4- 外半轴凸缘       | 15- 悬挂臂后端的橡胶金属轴衬 |
| 5- 减振支柱        | 16- 稳定杆          |
| 6、11- 独式独立悬架   | 17- 发动机悬置        |
| 7- 悬挂臂前端橡胶金属支架 | 18- 内等角速万向节      |
| 8- 齿条式转向装置     | 19- 安全转向柱        |
| 9- 转向减振器       |                  |
| 10- 可调横拉杆      |                  |

图 3-4-6

### 三、车轮定位

为了保持汽车直线行驶的稳定性和减小轮胎与机件的磨损，转向车轮、转向节和前轴三者与车架的安装是保持有一定相对位置的。这种具有一定相对位置的安装称为转向轮定位，也叫前轮定位。它包括：主销后倾、主销内倾、前轮外倾及前轮前束四个参数。

#### 1. 主销后倾

主销装在前轴上后，其上端略向后倾斜，这种现象称为主销后倾。在纵向垂直平面内，主销轴线与垂线之间的夹角叫做主销后倾角，如图 3-4-7 所示。

主销后倾后，能保持汽车直线行驶的稳定性的，并力图使转弯后的前轮自动回正。后倾角愈大、车速愈高，前轮的稳定效应也愈强。但后倾角不宜过大，一般在 $2^{\circ}$  -  $3^{\circ}$ 。有些轿车和客车的轮胎气压较低，弹性较大，行驶时由于轮胎与地面的接触面中心向后移动，产生了附加力臂，故后倾角可以减小到接近于零，甚至减小到负值（即主销前倾）。设计主销后倾角是为了保证汽车行驶的稳定性的，同时两侧车轮的主销后倾角应相等，否则将会导致汽车向倾角小的一侧跑偏。

### 2. 主销内倾

主销安装到车轴上后，其上端略向内倾斜，这种现象称作主销内倾，在横向垂直平面内，主销轴线与垂线之间的夹角称为主销内倾角，如图 3-4-8 所示。

主销内倾能使汽车前轮转向轻便，转向前轮自动回正。主销后倾和内倾都起到使汽车转向自动回正、保持直驶位置的作用。但不同的是：主销后倾的回正作用与车速有关，而主销内倾的回正作用几乎与车速无关。因此汽车高速行驶时后倾的回正作用大，而低速时主要靠内倾起回正作用。此外，直行时前轮偶尔遇到冲击而偏转时，也主要依靠主销内倾起回正作用，一般内倾为 $5^{\circ}$  -  $8^{\circ}$ 。

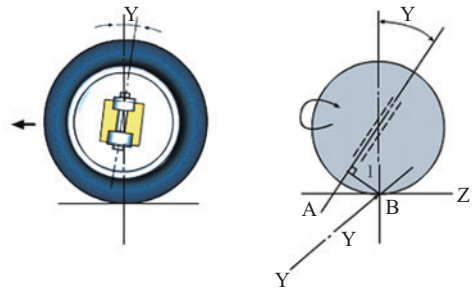


图 3-4-7 主销后倾角示意图

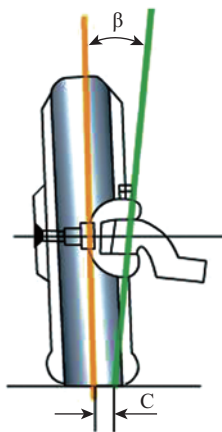


图 3-4-8 主销内倾角示意图

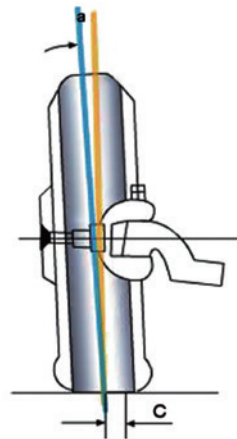


图 3-4-9 主销内倾角示意图

### 3. 前轮外倾

前轮安装在车桥上时，其旋转平面上略向外倾斜的现象称为车轮外倾。前轮旋转平面与纵向垂直平面之间的夹角叫做前轮外倾角，如图 3-4-9 所示。前轮外倾的作用是提高了前轮工作的安全性和转向操纵轻便性。一般车轮外倾角为 $1^{\circ}$ 左右。前轮外倾角是由转向节的结构确定的。对于有些车的车轮外倾角是可调的。

### 4. 前轮前束

在安装汽车车轮时，使汽车两前轮的旋转平面不平行，前端略向内束，称为前轮前束，如图 3-4-10 所示。

前轮前束的作用：减小或消除汽车前进中，因前轮外倾和纵向阻力致使前轮前端向外滚开所造成的不良后果。一般汽车的前束值为 0-12mm。前轮前束可通过改变转向拉杆长度来调整，有些车取负前束。检查调整时可根据规定的测量位置和测量方法使两轮的前后距离之差符合要求。

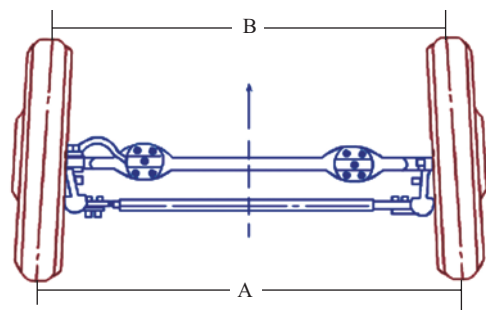


图 3-4-10 前轮前束示意



## 第五节 车轮和轮胎

车轮和轮胎是汽车行驶系统中的重要部件，其功用是：支承整车；缓和有路面传来的冲击力；通过轮胎同路面间存在的附着作用来产生驱动力和制动力；汽车转弯行驶时产生平衡离心力的侧抗力，在保障汽车正常转向行驶的同时，通过车轮产生的自动回正力矩，使汽车保持直线行驶方向；承担越障和提高通过性的作用。

### 一、车轮的组成

#### 1. 轮毂

轮毂安装于半轴或轴管上，通过轴承安装在轴管或者安装在半轴上自由转动，轮胎总成安装在轮毂凸缘上。轮毂的构造见图 3-5-1 所示，各种车的轮毂形状大致相似，也有把轿车轮毂叫做半轴凸缘的。有些轿车的轮是和半轴作成一体的。

#### 2. 轮胎螺丝

轮毂上装有轮胎螺丝见图 3-5-2 所示，轮胎螺丝的螺纹方向分为正扣（右旋）和反扣（左旋）两种，正扣（右旋）螺丝装在右侧车轮上，反扣（左旋）螺丝装在左侧车轮上。轿车轮胎螺丝一般都是正扣（右旋）螺纹。左旋螺纹的轮胎螺丝一般在螺母上有切口标识。

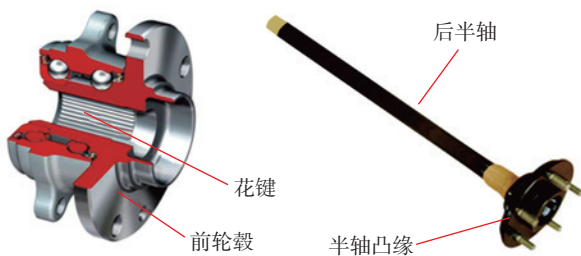


图 3-5-1 轮毂结构形式图



图 3-5-2 各种轮胎螺丝螺母实物图

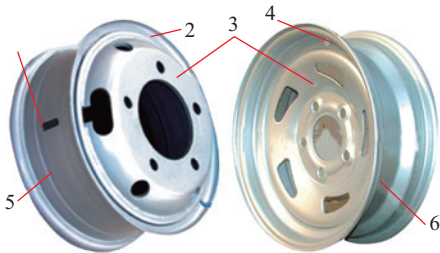
#### 3. 轮圈（或叫钢圈、钢板等）

##### （1）辐板式轮圈

辐板式轮圈如图 3-5-3 所示，它由挡圈、轮辋、辐板和气门嘴伸出口等组成。轮毂与轮辋通过辐板连接在一起，辐板与轮毂通过螺栓连接，辐板与轮辋通过焊接或铆接固定为一个整体。制造轿车辐板所用的板料较薄，为了提高其刚度，常冲压成一的形状。辐板外缘还开有几个通孔，这不但能减轻重量，有利于制动鼓散热，方便于接近气门嘴，还可作为拆装车轮时的把手处。

(2) 辐条式轮圈

这种轮圈的轮辐是钢丝辐条或铸造辐条。钢丝辐条由于价格昂贵且维修和安装均不方便，所以仅用于赛车和一些高级轿车上。现在用的较多的是铸造辐条，如图 3-5-4。



1、4- 气门嘴伸出口 2- 挡圈 3- 辐板 5、6- 轮辋

图 3-5-3 辐板式汽车轮圈



a. 钢丝辐条式轮圈



b. 铸造辐条式轮圈

图 3-5-4 辐条式汽车轮圈

4. 轮辋

轮辋是钢圈上安装轮胎的部位，一般是由冲压钢板铆接或焊接在一起而制成的圆形环体。轮辋有钢质轮辋、铝合金轮辋两种，前者用于载重汽车和普通轿车，后者一般用于中、高级轿车。

(1) 轮辋轮廓的类型

如图 3-5-5 所示，轮辋常见的类型主要有深槽轮辋、平底轮辋和对开式轮辋，此外还有半深槽轮辋、深槽宽轮辋、平底宽轮辋、全斜底轮辋等总共 7 种。

1) 深槽轮辋

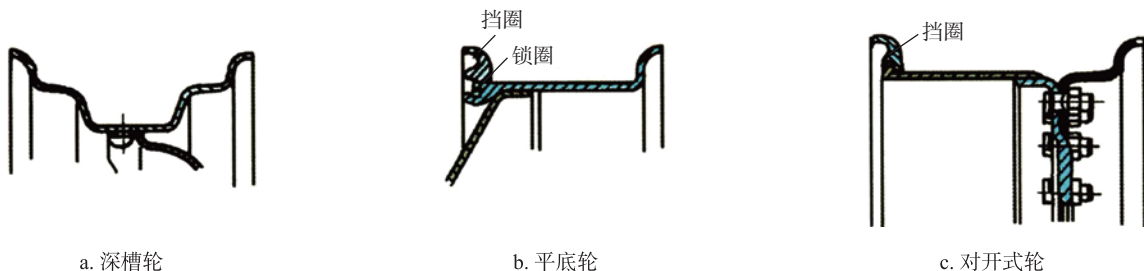
深槽轮辋（如图 3-5-5a）用钢板冲压成整体结构，断面的中部制成深凹槽，以便于拆装轮胎，凹槽两侧略向中间倾斜。这种轮辋的特点是结构简单、刚度大、质量轻，适用于安装尺寸小，弹性较大的轿车（如红旗）和轻型越野车（如北京 BJ2020）等。

2) 平底轮辋

平底轮辋（如图 3-5-5b）的底部呈平环状，其一边有凸缘，另一边用可拆卸的挡圈作凸缘，具有弹性的锁圈嵌入轮辋边缘的环槽内，以防止挡圈脱出。安装轮胎时，先将轮胎套在轮辋上，然后套上挡圈，并将它向内推，直至超过轮辋上的环形槽，再将开口的弹性锁圈嵌入环形槽中。平底轮辋一般用于货车，如东风 EQ1090 型和解放 CA1091 型汽车均采用这种形式的轮辋。

3) 对开式轮辋

对开式轮辋（如图 3-5-5c）由两部分组成，其内外轮辋的宽度可以相等，也可以不相等，二者用螺栓连成一体。拆装轮胎时，只需拆卸螺栓即可。这种轮辋的特点是拆装方便，多用于越野车上。



a. 深槽轮

b. 平底轮

c. 对开式轮

图 3-5-5 轮辋的型式结构图

(2) 国产轮辋轮廓的代号

国产轮辋轮廓类型及其代号，深槽轮辋：代号 DC 如图 3-5-6a 所示，深槽宽轮辋：代号 WDC 如图 3-6b 所示，半深槽轮辋：代号 SDC 如图 3-5-6c 所示，平底轮辋：代号 FB 如图 3-5-6d 所示，平地宽轮辋：代号 WFB 如图 3-5-6e 所示，全斜底轮辋：代号 TB 如图 3-5-6f 所示，对开式轮辋：代号 DT 如图 3-5-6g 所示。

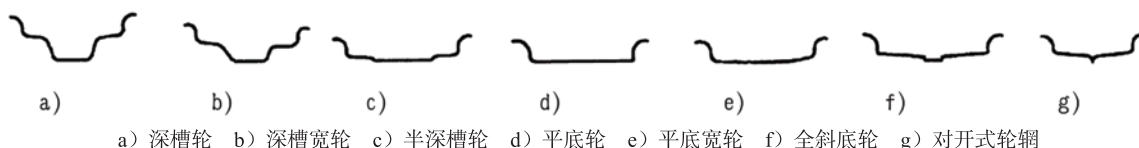


图 3-5-6 国产轮辋轮廓示意图

(2) 轮辋的结构型式

轮辋的结构型式，根据其主要零件组成数量可分为：

- 1 件式轮辋：它具有深槽的整体式结构，如图 3-5-7a 所示；
- 2 件式轮辋：它可拆卸为轮辋体和弹性挡圈两个主要零件，如图 3-5-7b 所示；
- 3 件式轮辋：它可拆卸为轮辋体、挡圈和锁圈 3 个主要零件，如图 3-5-7c 所示；
- 4 件式轮辋：它可拆卸为轮辋体、挡圈、锁圈和座圈 4 个主要零件，也可以为轮辋体、锁圈和两个挡圈，如图 3-5-7d 所示；
- 5 件式轮辋：它可拆卸为轮辋体、挡圈、座圈、锁圈和密封环等 5 个主要零件如图 3-5-7e 所示。

(3) 现有轮辋规格代号通过国标 GB/T2933-1995 的表示方法来表示（如图 3-5-8 所示）。

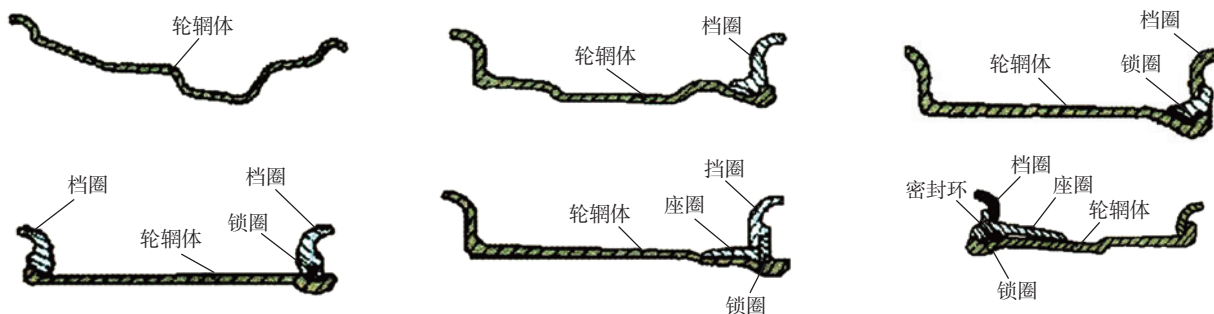


图 3-5-7 轮辋的结构图

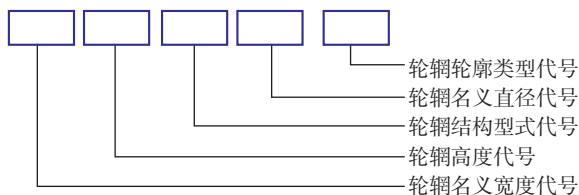


图 3-5-8 国产轮辋规格的表示方法

## 二、轮胎

### 1. 轮胎的分类

汽车轮胎按胎体结构不同可分为充气轮胎和实心轮胎，现代汽车绝大多数都使用充气轮胎，实心轮胎仅用于在沥青混凝土路面的干线道路上行驶的低速汽车或重型挂车上。本教材以下提到的轮胎都是指充气轮胎。充气轮胎的分类方法一般有以下几种。

(1) 按其组成结构不同，可分为：

- 有内胎轮胎；
- 无内胎轮胎。

(2) 按其胎内压力的大小不同，可分为：

- 高压轮胎（0.5MPa ~ 0.7MPa），这种轮胎的滚动阻力小，可节省燃料；
- 低压轮胎（0.15MPa ~ 0.45MPa），这种轮胎胎面较宽，附着力大，弹性好，吸收振动的能力较强；
- 超低压轮胎（0.15MPa 以下），这种轮胎断面宽度大，现代汽车广泛采用的是低压胎。

(3) 按其胎体内帘线排列方向的不同，可分为：

- 普通斜交帘布层轮胎;
- 带束斜交帘布层轮胎;
- 子午线轮胎。

(4) 按其胎面花纹的不同, 可分为:

- 普通花纹轮胎 (如图 3-5-9a);
- 混合花纹轮胎 (如图 3-5-9b);
- 越野花纹轮胎 (如图 3-5-9c)。

胎面上各种形状的凹凸花纹的作用是保证轮胎与地面有良好的附着性能, 防止汽车纵向或横向滑移。普通花纹轮胎的花纹沟槽细而浅, 花纹块的接触面积比较大, 适用于较好路面。它有纵向花纹和横向花纹两种。纵向花纹 (如图 3-5-9a) 的轮胎滚动阻力小, 噪音小, 防侧滑、散热性和高速行驶性能好, 但甩石性和排水性较差。横向花纹 (如图 3-5-9a) 比较耐磨, 不易夹石子, 但工作噪音较大, 散热性能较差, 而且也不宜高速行驶。

越野花纹轮胎的花纹沟槽深而宽 (如图 3-5-9c), 花纹块接触地面的面积较小, 防滑性能好。在安装人字形花纹轮胎时, 应注意将“人”字尖端指向汽车前进方向, 以提高排泥性能。混合花纹 (如图 3-5-9b) 介于普通花纹和越野花纹之间, 胎冠中部花纹多为菱形或纵向锯齿形, 两边为横向大块越野花纹。这种轮胎耐磨性较差, 行驶噪音较大, 胎面磨损也不均匀。

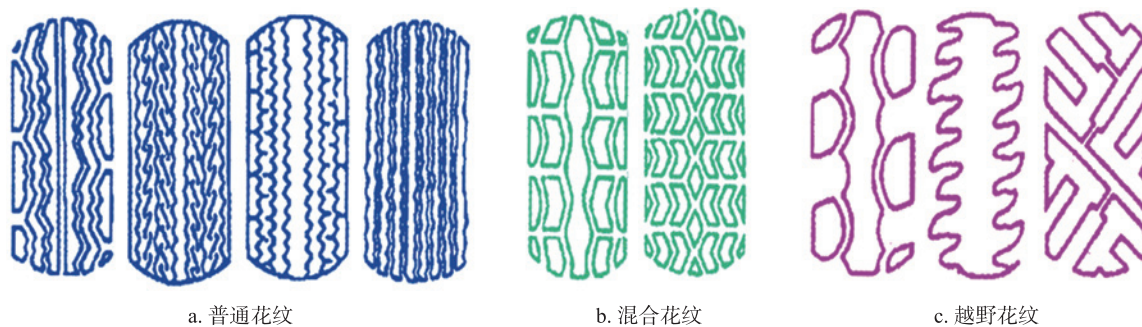


图 3-5-9 轮胎的花纹结构示意图

## 2. 轮胎的结构

### (1) 有内胎轮胎

有内胎轮胎由外胎、内胎和垫带组成, 其组成见图。轮胎与轮辋的装配断面如图 3-5-10 所示。

外胎主要由胎面、帘布层、缓冲层和胎圈组成, 其作用是保护内胎不受外来损害。外胎的强度高而且外壳有一定的弹性, 与地面直接接触。内胎是装入外胎内的环状薄壁胶筒 (附有气门嘴, 用于充气 and 放气), 内部充满压缩空气。内胎必须具有良好的气密性、耐热性、抗拉裂性和耐老化性。垫带是有 U 形断面的环状胶带, 装在内胎和轮辋之间, 其作用是防止内胎被轮辋以及外胎的胎圈擦伤和磨损。

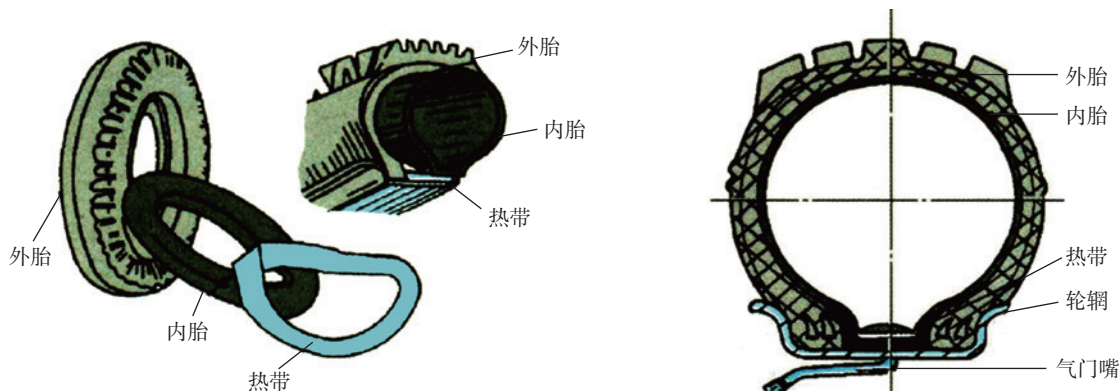


图 3-5-10 轮胎与轮辋的装配断面

### (2) 无内胎轮胎

无内胎轮胎（俗称真空胎，在轮胎上用 Tubeless 表示）没有内胎，空气直接压入外胎中，其密封性是由外胎、轮辋及两者之间的紧密嵌合保证的。这种轮胎已经在现代轿车和一些货车上得到广泛的应用。

无内胎轮胎和有内胎轮胎在外观和结构上比较相似，但无内胎轮胎的外胎内壁上附加了一层厚约 2mm ~ 3mm 的专门用来封气的橡胶密封层，见图 3-5-11 所示。橡胶密封层是用硫化的方法粘附上去的。有些轮胎还在橡胶密封层正对着胎面下面贴着一层用未硫化橡胶的特殊化合物制成的自粘层，当轮胎被穿孔时，自粘层能自行将刺穿的孔黏合。有些轮胎在胎圈上做出一些同心的环形槽纹，在轮胎内空气压力的作用下，槽纹能使胎圈紧贴在轮辋边缘上，以保证轮胎和轮辋之间的气密性。

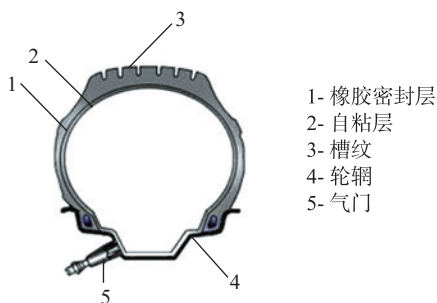


图 3-5-11 无内胎的充气轮胎结构图

无内胎轮胎的气门嘴直接固定在轮辋上，并用橡胶密封衬垫垫在气门嘴和轮辋之间以起到密封作用。

无内胎轮胎的主要优点有：

- 轮胎穿孔后，漏气缓慢，所以压力不会急剧下降，汽车能继续行驶一段距离；
- 无内胎轮胎不会出现因内外胎之间的摩擦而引起的磨损
- 无内胎轮胎的气密性好，并且可以直接通过轮辋散热，所以工作温度低，适用于高速行驶，其使用寿命也长；
- 无内胎轮胎的结构简单，质量较小。

### 3. 轮胎结构类型

轮胎按其结构（即胎体中帘线排列方向）的不同），可以分为以下两种：

- 普通斜交轮胎（如图 3-5-12a）；
- 子午线轮胎（如图 3-5-12b）。

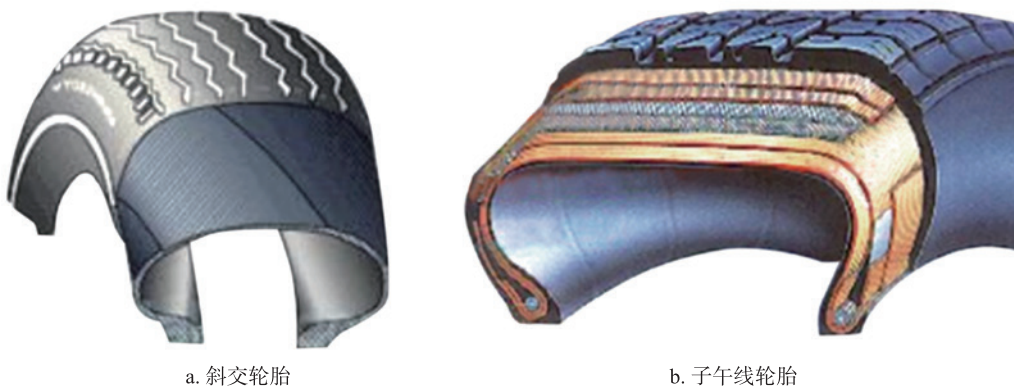


图 3-5-12 普通斜交轮胎和子午线轮胎

#### (1) 普通斜交轮胎

如图 3-5-13 所示为有内胎的普通斜交轮胎的构造，由图可见斜交轮胎主要由胎面、帘布层、缓冲层和胎圈等组成。普通斜交轮胎的帘布层和缓冲层各相邻层帘线交叉，且与胎面中心线呈小于 90° 角排列。

1) 胎面：胎面是外胎的外表层，包括胎冠、胎肩和胎侧三部分。

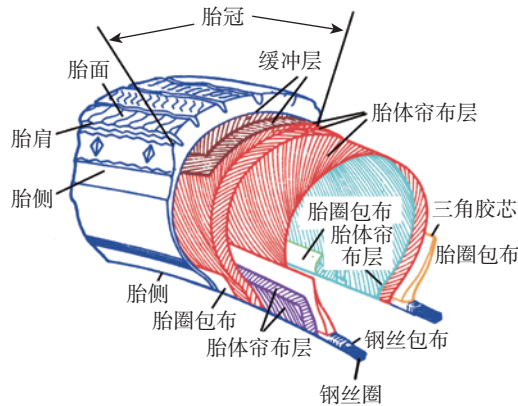


图 3-5-13 有内胎的普通斜交轮胎的结构图

① 胎冠：胎冠用耐磨的橡胶制成，它直接承受摩擦和全部载荷，能减轻帘布层所受的冲击，并保护帘布层和内胎，以免其受到机械损伤。胎面上有各种凹凸花纹，以保证轮胎与地面的附着性能，防止轮胎滑移。轮胎胎面的花纹对汽车使用性能有非常重要的影响，因此在选用轮胎时必须足够重视轮胎的花纹。

② 胎肩：胎肩是较厚的胎冠与较薄的胎侧之间的过渡部分。它除了起到保护帘布层的作用外，表面一般还制有各种花纹，以利于防滑和散热。

③ 胎侧：胎侧是贴在帘布层侧壁的较薄的一层橡胶层，它可承受较大的扭曲变形，其作用是保护帘布层免受机械损伤和水分侵蚀。

2) 帘布层帘布层是外胎的骨架，也称胎体。其主要作用是承受载荷，保持外胎的形状和尺寸，使外胎具有一定的强度。帘布层通常由多层挂胶帘线用橡胶粘合而成。为了使负荷均匀分布，帘布层数多为偶数。帘布层数越多，其强度越大，但相应它的弹性随之降低。一般帘布层数都标在外胎的表面上。帘布材料一般有棉线、人造丝线、尼龙线和钢丝等。现在多采用聚酰胺纤维和钢丝作帘线后，在轮胎的承载能力相同的情况下帘布层数可以减少，这样既减少了橡胶的消耗、提高了轮胎的质量，又降低了滚动阻力，延长了轮胎的使用寿命。

### 3) 缓冲层

缓冲层位于胎面和帘布层之间，一般用两层或数层较稀疏的帘线和弹性较大的橡胶制成，所以其弹性较大，能缓和汽车在不平路面上行使时所受的冲击，并防止汽车在紧急制动时胎面与帘布层脱离。

### 4) 胎圈

胎圈由钢丝圈、帘布层包边和胎圈包布组成，具有很大的刚度和强度，可使轮胎牢固地装在轮辋上。

### (2) 子午线轮胎

子午线轮胎的帘布层与胎面中心线呈  $90^\circ$  角或接近  $90^\circ$  角排列，以带束层箍紧胎体的充气轮胎。帘布层帘线排列的方向与轮胎的子午断面一致，很像地球上的子午线，所以称为子午线轮胎。如图 3-5-14 所示为子午线轮胎的构造。

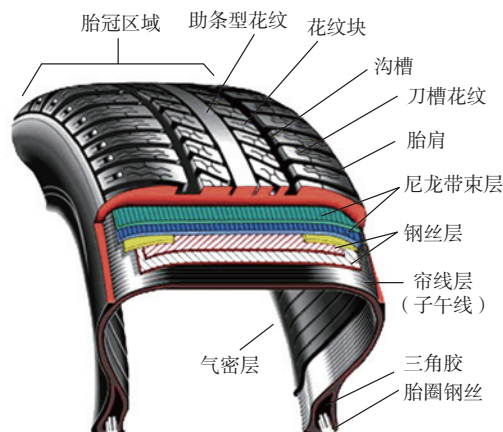


图 3-5-14 子午线轮胎结构图

由于帘布层的这种排列特点，使子午线轮胎帘布层数比普通斜交轮胎可减少约 40%~50%。子午线轮胎的圆周方向上只靠橡胶来联系，所以为了承受行驶时产生的较大切向力，提高轮胎的刚性，子午线轮胎还具有若干层帘线与子午断面呈较大角度（夹角为 70°~75°）、强度较高、不易拉伸的周向环行的类似缓冲带的带束层。带束层一般采用强度较高、拉伸变形很小的织物帘布（如玻璃纤维、聚酰胺纤维）或钢丝帘布制造。

优点：与普通斜交轮胎相比，子午线轮胎有以下优点。

① 滚动阻力小，节约燃料。

由于有带束层，轮胎着地后胎冠切向变形及相对滑移比普通轮胎要小很多，而且子午线轮胎胎侧薄，径向变形恢复快。这两个特点有利于减少轮胎内磨损，降低滚动阻力。试验证明子午线轮胎的滚动阻力比普通斜交轮胎小 20%~30%，可节约燃料 5%~10%。

② 胎面耐磨性好，使用寿命长。

车轮滚动时，轮胎着地弧面既变形，又滑移，变形促使滑移，滑移又加剧胎面磨损。由于子午线轮胎胎冠刚度大，变形小，几乎没有滑移，此外胎冠接地面积大，单位压力小并且均匀，所以使胎面磨损减小。试验证明子午线轮胎的使用寿命比斜交轮胎提高 30%~40%。

③ 弹性大，缓冲性好。

由于子午线轮胎帘线呈径向排列，所以车轮转动时，轮胎垂直于地面的变形比斜交轮胎大，胎体柔软，弹性好，所以提高了汽车行驶的平顺性。

④ 抗刺能力强。

子午线轮胎因有坚硬的带束层，所以大大增强了胎冠的抗刺能力，减少了轮胎爆胎的危险，提高了行驶的安全性。

⑤ 附着力大。

子午线轮胎在行驶时接地面积较大，同时由于带束层的作用，接地压强分布较均匀，从而提高了附着力，减少了侧滑现象。

子午线轮胎的主要缺点有：

① 胎侧较薄，容易起裂口；

② 胎侧变形大，侧向稳定性较差；

③ 子午线轮胎的制造要求高，成本高。

(3) 轮胎的规格

轮胎规格的表示方法有公制、英制和公英制结合三种。目前大多数国家（包括我国）采用英制，但已经逐渐向公制过渡。典型公制轮胎其宽度用 mm 表示，充气压力用 kPa 表示，承载能力用 kg 表示。

轮胎规格的表示方法

1) 轿车轮胎规格的表示方法

国标 GB / T2978—1997（《轿车轮胎系列》）规定的轿车轮胎规格的表示方法如图 3-5-15 所示。

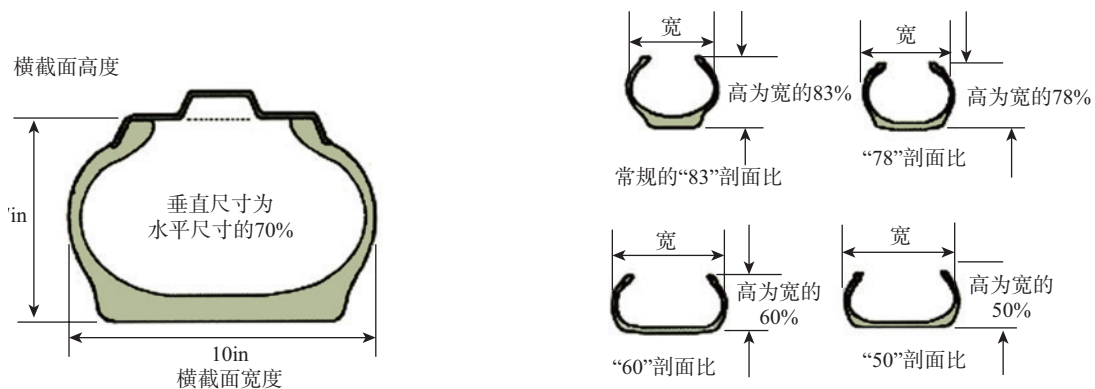


图 3-5-15 轮胎的扁平率（高宽比）示意图

2) 在 ISO 国际标准中轿车轮胎规格的表示方法（如图 3-5-16 所示）。

在 ISO 国际标准中，轿车轮胎编号表示为（断面宽度）/（扁平率）（轮胎结构标记号）（适用轮辋直径）

(载荷指数)(速度记号)。比如编号 195/60R1485H 的轮胎其意义如下。

- ① 195 表示轮胎断面宽度为 195mm;
- ② 60 表示为扁平率的百分数, 即轮胎断面的高度比宽度为 60%;
- ③ R 表示子午线轮胎(另外还有 D, B 分别表示普通斜交轮胎和带束斜交轮胎);
- ④ 14 表示使用轮辋直径为 14 英寸;
- ⑤ 85 是载荷指数;
- ⑥ H 是速度标记号, 字母由 8—U (除 D、H、I、O 外) 顺序排列时, 最大时速由 50km/h ~ 200km/h 递增, 每级相差 10km/h, 特殊的, D 最大时速表示 65km/h, 而 H 表示最大时速 210km/h。

(4) 轮胎的标示牌

轮胎标示牌(或称安全适应性证明标牌), 通常装在驾驶员侧的门框上, 它包含推荐最大汽车载荷, 轮胎尺寸和指定汽车冷态充气压力。

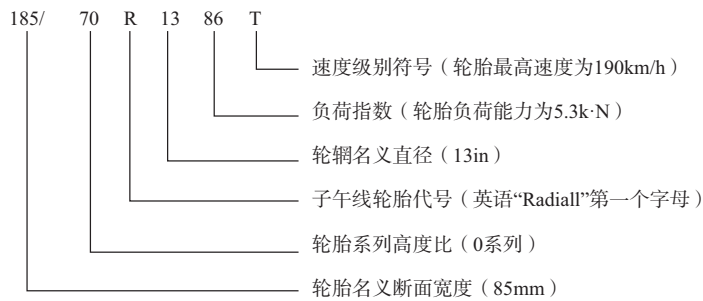


图 3-5-16 轿车轮胎规格的表达方法



## 第六节 行驶系的维护

### 一、轿车悬架的维护操作

悬架是汽车的车架与车桥或车轮之间的一切动力连接装置的总称，其作用是传递作用在车桥或车轮与车架之间的力和力矩，并且缓冲由不平路面传给车架或车身的冲击力，并衰减由此引起的振动，以保证汽车能平顺地行驶。典型的悬架结构由弹性元件、导向机构以及减振器等组成，特别的悬架结构还包括缓冲块、横向稳定杆等。其中，弹性元件有钢板弹簧、空气弹簧、螺旋弹簧以及扭杆弹簧等，现代轿车的悬架结构多采用螺旋弹簧和扭杆弹簧，而部分高级轿车则使用空气弹簧。

#### 1. 独立式前悬架

独立式前悬架中应用最多的是麦弗逊式前悬架和双横向摆臂式前悬架。与非独立式悬架不同的是，独立式前悬架使用了螺旋弹簧，其连接处采用了耐磨橡胶套，同时还加装了横向稳定杆。为确保独立式悬架具有良好的使用性能，应定期对独立式前悬架系统进行检查操作和其零部件的紧固操作。

#### 2. 后悬架

后悬架一般为从动结构形式，有独立式后悬架和非独立式后悬架两种类型，主要由减振器、弹簧组件以及稳定杆等组成。当各总成部件磨损或变形之后，会引起悬架系统的定位角度变化，其零部件的配合间隙增大，在汽车行驶时出现悬架异响和抖动、轮胎异常磨损以及汽车跑偏等现象。因此，在维护前悬架的同时，也要对后悬架进行维护。

#### 3. 操作步骤

##### (1) 独立式前悬架的维护

- 1) 紧固减振器座上紧固螺钉，检查上胶套。
- 2) 将汽车举升到合适位置，扳动车轮，检查万向节处前悬架结构。
- 3) 检查螺旋弹簧上、下座的情况以及缓冲块的状况，观察螺旋弹簧有无变形、折断等损伤。
- 4) 检查双横向摆臂式前悬架的上、下臂有无变形以及上、下衬套有无磨损。
- 5) 检查横向稳定杆有无变形及其衬套有无磨损，如图 3-6-1 所示。
- 6) 检查车桥和托臂有无变形以及车桥与托架的紧固状况，如图 3-6-2 所示。
- 7) 紧固汽车底部前悬架的紧固螺钉。

##### (2) 后悬架的维护

- 1) 检查后悬架结构是否有裂纹和变形。
- 2) 检查后减振器是否漏油以及减振器上、下连接处衬套的状况，并紧固减振器上、下连接螺钉，如图 3-6-3 所示。
- 3) 检查弹簧组件，确保弹簧无裂纹以及上、下衬套无磨损和老化。
- 4) 检查后稳定杆有无变形、连接处的固定衬套有无磨损，并紧固稳定杆固定螺钉，如图 3-6-4 所示。

- 5) 检查后托臂和桥梁有无变形，连接情况是否良好。
- 6) 紧固汽车底部后悬。



图 3-6-1 横向稳定杆检查



图 3-6-2 车桥与托架的紧固状况



图 3-6-3 后减振器



图 3-6-4 后稳定杆的检查

## 二、减振器性能的检查操作

- (1) 减振器应无油液渗漏，否则应更换减振器总成。
- (2) 为保证汽车左、右两侧减振阻尼性能一致，同轴左、右两端减振器的型号应保持一致。

### 1. 减振器的功能

减振器是产生阻尼力的主要元件，其作用是迅速衰减汽车的振动，改善汽车的行驶平顺性，增强车轮和地面的附着力；另外，减振器能够降低车身部分的动载荷，延长汽车的使用寿命。目前在汽车上广泛使用的减振器主要是筒式液力减振器，其结构可分为双筒式、单筒充气式以及双筒充气式三种。

### 2. 减振器的工作原理

在车轮上、下跳动过程中，减振器活塞在工作腔内作往复运动，使减振器油液通过减振器活塞上的节流孔，由于油液具有一定的粘性，因此在油液通过节流孔时会与孔壁之间产生摩擦，使动能转化成热能散发到空气中，从而达到衰减振动的目的。

### 3. 减振器的主要损伤形式

减振器和弹性组件决定了汽车悬架的阻尼程度，确保了汽车行驶的舒适性。在使用过程中，会出现减振器上、下端紧固螺钉松动或衬套磨损、减振器漏油以及内部单向阀失效等故障，直接影响到汽车行驶的平稳性和其他机件的使用寿命，因此在使用过程中应使减振器经常处于良好的工作状态。

### 4. 操作步骤

- (1) 将汽车安全地举升到合适位置。

(2) 观察减振器是否有油液泄漏。若有，则应该更换减振器总成。

(3) 必要时拆下减振器，进行检查操作。此时应有稳定的阻力，往上拉（复原）的阻力应大于向下压时的阻力；如果阻力不稳定或无阻力，则可能是减振器内部缺油或阀门零件损坏，应即时进行修复或予以更换。

(4) 检查减振器上、下连接衬套状况，安装和紧固减振器上、下连接螺钉。

### 三、悬架阻尼性能的检查操作

车辆悬架阻尼性能由弹簧组件和减振器的使用性能决定，要求车辆左、右两侧阻尼性能相同，否则会出现车辆两侧减振状况不一致和车辆两侧高度不一致等状况。因此，要定期检查车辆悬架的阻尼性能。

#### 1. 技术标准及要求

(1) 悬架阻尼性能的检查应该在减振器使用性能检查之后进行。

(2) 应保证同轴间左、右两端悬架的阻尼性能相同。

#### 2. 操作步骤

(1) 车辆停放在坚实的水平路面上，在车辆前端左侧车轮上的车体处，连续几次压动车体并放松，感觉车辆悬架的软硬和减振情况。

(2) 在车辆前端右侧车轮上的车体处，连续几次压动车体并放松，感觉车辆悬架的软硬和减振情况。

(3) 用同样的方法检查车辆后端左、右两侧悬架的阻尼性能。

(4) 在车辆的前端，目测车辆前端两侧高度是否相等。

(5) 在车辆的后端，目测车辆后端两侧高度是否相等。

### 四、轮胎性能的检查操作

#### 1. 轮胎的作用

轮胎是汽车上最重要的组成部件之一，其作用主要有：支承汽车的全部重量，承受汽车的负荷；传递牵引和制动的力矩，保证车轮与路面之间的附着力；吸收和减轻汽车在行驶时的振动和冲击力，防止汽车零部件受到剧烈振动而发生早期损坏，满足汽车的高速性能要求并降低行驶时的噪声，保证汽车行驶的安全性、操纵稳定性、舒适性以及燃油经济性。

#### 2. 轿车轮胎的特点

现代轿车所使用的轮胎一般为子午线轮胎，俗称钢丝胎或真空胎。与普通斜线轮胎相比，子午线轮胎的弹性大、耐磨性好、滚动阻力小、附着性能好、缓冲性能好、承载能力大，且不易被刺穿；其缺点是胎侧易裂口，由于轮胎侧向变形大，导致汽车的侧向稳定性稍差，制造技术要求高，故成本较高。

#### 3. 轮胎的主要损伤形式

轮胎在使用过程中常出现轮胎表面嵌入异物、胎面异常磨损、气门嘴漏气以及轮辋和轮毂腐蚀变形等状况，并且轮胎的使用状况直接关系到汽车的安全性能，因此，定期对轮胎进行维护与维修很有必要。

#### 4. 技术标准及要求

(1) 轮胎检查时，不能挪动轮毂上平衡块的位置，以免破坏轮胎的动平衡。

(2) 低压轮胎的气压一般为 200-240kPa；前轮的气压略高于后轮；备胎的气压最高，一般为 250kPa。

#### 5. 操作步骤

(1) 检查轮胎胎面和胎壁，观察其上是否有裂纹、刮痕或其他损伤。

(2) 清除镶嵌在轮胎花纹内部的石子、金属微粒或其他异物，如图 3-6-5 所示。

(3) 测量轮胎表面深度，判断是否大于使用的极限值 1.6mm（对于宽度大于 175mm 的轮胎，则判断其表面深度是否大于 2mm）。



图 3-6-5 轮胎表面异物的清除图

- (4) 检查并调整轮胎的气压（如图 3-6-6 所示）。
- (5) 用肥皂水检查轮胎气门嘴是否漏气。



3-6-6 调整轮胎的气压

- (6) 检查轮辋和轮毂是否存在变形，腐蚀和损坏。
- (7) 检查轮胎胎面的磨损状况，根据磨损的表现形式，确定是否对汽车进行维修。轮胎磨损的几种表现形式。

## 五、轮毂轴承预紧度的检查与调整操作

轮毂轴承的性能直接影响到汽车行驶的稳定性和安全性。目前汽车上使用的轮毂轴承有可拆卸润滑式和免润滑维护式两种类型。轮毂轴承在使用过程中会出现轴承疲劳磨损等损伤，引起轮毂轴承的间隙增大，影响汽车的正常使用。因此，应定期对轮毂轴承进行检查、润滑以及轴承预紧度的调整。

### 1. 技术标准及要求

- (1) 可拆卸润滑式轮毂轴承的润滑维护周期一般为 10000km。
- (2) 对于免润滑维护式轮毂轴承，若出现轮毂轴承间隙增大或异响等故障，必须要更换轮毂轴承总成。

### 2. 操作步骤

- (1) 可拆卸润滑式轮毂轴承的润滑与预紧度的调整

1) 将车轮支起，转动轮毂，轮毂轴承阻力较小；上下扳动轮胎，应感觉不到有明显的轮毂轴承间隙，否则应拆下轮毂，检查轮毂轴承情况，如图 3-6-7 所示。

2) 拆下车轮、轮毂轴承，用汽油将轮毂轴承清洗干净，检查内、外轮毂轴承的滚道和滚珠是否有疲劳磨损。



图 3-6-7 轮毂轴承间隙的检查

- 3) 若内、外轮毂轴承的滚道或滚珠有疲劳磨损，则应更换轮毂轴承总成。
- 4) 用专用的润滑脂润滑内、外轮毂轴承的滚道和滚珠。
- 5) 安装轮毂轴承，将轮毂轴承预紧度调整螺母拧到底，然后退回  $1/8-1/6$  圈，转动轮毂，运转阻力较小，且轮毂轴承没有轴向间隙，然后将保险装置锁好。

#### (2) 免润滑维护式轮毂轴承的检查

- 1) 将车轮支起，轮胎转动灵活，将一只手放在轮胎的上方，另一只手放在轮胎的下方，上下扳动轮胎，检查轮毂有无轴向摆动。
- 2) 若轮毂轴向摆动量过大，则用力踩住制动踏板不动，上、下扳动轮胎，确认此摆动量过大是否由主销或悬架引起；如果确认是由轮毂轴承间隙过大而引起轮毂轴向摆动量过大，则应更换轮毂轴承总成。

## 六、轮胎的拆卸与安装操作

### 1. 轮胎的装卸方法

轮胎的装卸方法，有用撑胎边器和撬杠的手工方法及使用换胎机的方法。现在大部分中小型汽车都配装无内胎车轮，为防止装卸轮胎时损伤轮辋，多使用容易操作的换胎机。特别是铝合金轮辋，容易损伤，在装卸轮胎时都要使用换胎机。

### 2. 换胎机的结构

图 3-6-8 所示的换胎机由撑胎边器、转台、升降立柱等构成。用脚踏板操作撑胎边器将车胎从轮辋上卸下；转台上用压爪固定住轮胎，使轮胎能够随转台正、反转；固定及旋转都是用踏板操作；升降立柱用于从轮辋上装卸轮胎，也用踏板操作。



图 3-6-8 换胎机的结构

### 3. 操作步骤

清扫轮胎，放掉胎内空气，按以下步骤进行拆装作业。

#### (1) 拆卸轮胎

- 1) 将车轮安置在撑胎边器上，慢慢踩下撑胎边器踏板，使胎边脱离。
- 2) 将车轮翻面，按相同的操作拆下胎边。
- 3) 将车轮放在转台上，踩压爪踏板使其固定。对于钢圈轮辋，转台上的压爪用侧固定方式来固定车轮。对于容易损伤的铝合金轮辋，用带有塑料保护套的压爪并且用外侧固定方式来固定车轮。
- 4) 使升降立柱的杠杆压住车轮，旋转自动间隙调整柄将车轮固定。
- 5) 在胎边四周涂肥皂水
- 6) 先用撬杠把胎边挂在轮胎拆装钩上，抽出撬杠之后踩转台踏板使转台旋转。这时轮胎拆装钩一侧的胎边就会向上翻，再把另一侧的轮胎往下压，坚硬的轮胎也就可以很容易地卸下来。
- 7) 上胎边脱离后，按相同的操作撑开下胎边。

#### (2) 装上轮胎

- 1) 将车轮放在转台上，踩压爪踏板使其固定。
- 2) 将轮胎放在轮辋上，与拆卸轮胎一样，用轮胎拆装钩先挂住胎边。
- 3) 在胎边四周涂肥皂水。
- 4) 使轮胎倾斜，在轮胎拆装钩的左侧把胎边挂在撬杠的上面，在右侧把胎边放在轮胎拆装钩的下面再使转台旋转。一边压住一边旋转就可以包套上轮胎。
- 5) 用同样方法包套住轮胎的上胎边。

安装轮胎时应注意轮胎的平衡标志，轿车轮胎平衡点标志一般用颜色胶料制成平行四边形、圆形、三角形或菱形符号，硫化在胎侧上。安装轮胎时，该平衡点位置与内胎气门嘴成 180° 安装，以保持车轮平衡。

## 七、轮胎的换位维护操作

### 1. 定期进行轮胎换位的目的

定期轮胎换位可使胎面磨损均匀，能充分合理地使用轮胎并延长轮胎的使用寿命。轮胎换位根据轮胎特点的不同采用不同的换位方法。轮胎换位间隔，一般新车为 15000km，以后每行驶 10 000km 进行一次轮胎换位。

### 2. 两种常用的轮胎换位方法

(1) 花纹无方向斜交轮胎的换位 由于花纹无方向斜交轮胎在使用中，后轮磨损比前轮严重，因此这种轮胎的换位就是将同一车桥上的轮胎进行对换，这样可使轮胎的左、右侧面磨损均匀。经过一段时间的使用后，后轴换下的轮胎可予以报废、翻新或作为备胎使用，前轮轮胎可换至后轮上，新轮胎则装在前轮上。这样做是较为经济合理的。

(2) 子午线轮胎的换位子午线轮胎应保持在汽车的同一侧使用，即保持相同的旋转方向。子午线轮胎的换位走向是固定的，如果旋转方向弄反了，会使汽车失去操纵稳定性，使汽车行驶不平顺并产生振动。

注意：子午线轮胎和斜交轮胎千万不要混用，否则，将容易导致危险事故的发生。

### 3. 技术标准及要求

- (1) 轮胎更换要成对进行，新轮胎要放在前轮位置上。
- (2) 轮胎换位操作完毕后，一定要对四轮气压进行检查调整。
- (3) 对于装有胎压监测的车型，轮胎换位后要重新对轮胎位置进行学习。

### 4. 操作步骤

- (1) 将车辆用举升设备支起，松开四轮轮胎固定螺钉。
- (2) 前后轮胎对换的方法进行换位操作。
- (3) 换位操作后，将轮胎螺母按规定的顺序和规定的力矩紧固。

## 八、轮胎的动平衡操作

轮胎若不平衡，会造成汽车行驶时左右偏摆振荡、上下跳动、转向盘摆振的现象，驾驶乘座极不舒适，必须配挂重铅块于钢圈的两侧，使之平衡。

现代汽车运行速度越来越快，轮胎如果没做动平衡，车轮旋转所产生的离心力随着车速的升高而增大，引起车辆行驶时左右偏摆振荡、上下跳动、转向盘摆振的现象，驾驶乘座极不舒适，故应对汽车轮胎定期进行动平衡操作。

车轮平衡就是检查出整体车轮（轮辋+轮胎）中存在的平衡位置，并且用平衡配重修正。

如果车轮的质量不平衡，那么在旋转时就会产生不平衡的离心力引起车轮振动。即使是很微小的质量不平衡，也会随着车轮旋转速度的增加产生大的离心力而加剧车轮的振动。这种振动如果与车身的固有振动频率一致，在中速到高速的行驶区域就会引发转向盘振动或车身振动，同时发生轮胎偏磨。离心力的大小与转速的高低成正比，因此在汽车高速行驶时要求车轮必须有良好的平衡性。

车轮的不平衡分为静不平衡与动不平衡两种，前者主要引发汽车的上下振动或低频振动；后者则是引起汽车的左右振动或转向系统的振动（汽车横向摆动）的主要原因。因此，给车轮找平衡必须对静不平衡与动不平衡两方面都要进行修正。

车轮的平衡大致可以分为离车式平衡与就车式平衡两种。

离车式平衡是指从汽车上卸下车轮进行平衡测试。它是测试车轮平衡的基本形式，可以修正发生在车轮上的静不平衡及动不平衡。因为这种方式要卸下车轮，所以车轮安装部位加工精度的不同容易对平衡精度产生影响。

就车式平衡是指不用卸下车轮就进行平衡测试。它可以修正对离车式平衡方式来说无法修正的安装孔精度误差，同时还可以修正制动鼓、制动盘等的不平衡。

在中低速行驶时，只用离车式平衡方式修正不平衡即可。对高速行驶的汽车而言，使用离车式平衡方式修正了静不平衡与动不平衡之后，还要通过就车式车轮平衡方式修正车轮的不平衡。虽然修正不平衡是进行了两次，但用离车式平衡方式修正的是车轮与轮胎的不平衡，而接下来用的就车式车轮平衡修

正的是车轮安装孔精度以及制动鼓（或制动盘）等旋转部分的不平衡。

轮胎的动平衡操作步骤如下：

1. 轮胎准备工作：清除轮胎表面的泥土和其他附着物，拆除原来的平衡块，将轮胎充至规定气压。
2. 将车轮固定在平衡机主轴上，如图 3-6-9 所示。

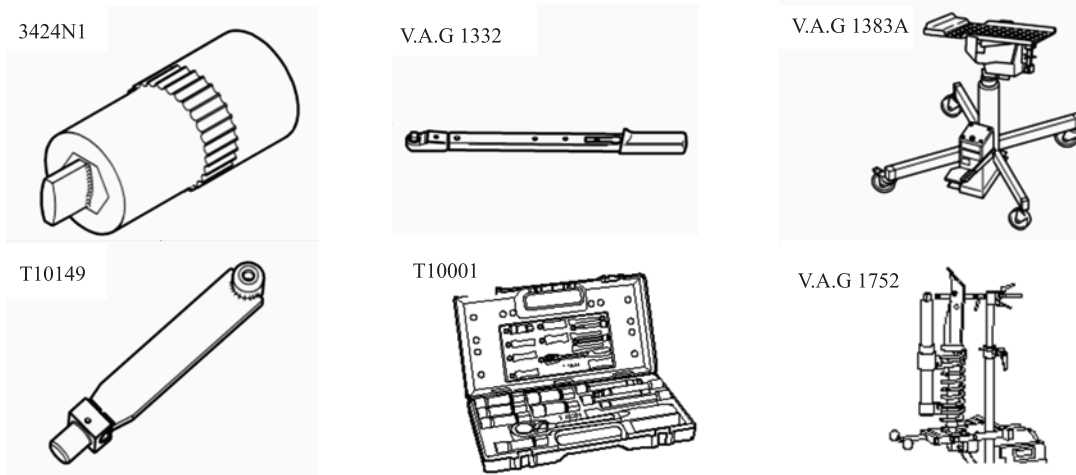


图 3-6-9 将车轮固定在平衡机主轴上

3. 打开平衡机电源，预热主机并检查平衡机指示装置是否正常。
4. 测量轮辋与平衡机的距离和轮辋的宽度，并按照相关的要求输入平衡机。
5. 放下车轮防护罩，按下运行键，进行动平衡测试。
6. 当车轮慢慢停下来后，从指示装置上读出车轮内、外动不平衡量，并慢慢转动车轮，找出其内、外不平衡处的位置。
7. 在相应的不平衡位置按标准施加平衡块。
8. 重新起动平衡机进行动平衡试验，直到动不平衡量小于 5 克，平衡机显示动不平衡量合格为止。
9. 打开防护罩，取下车轮，关闭电源，轮胎动平衡检测完毕。

#### 九、减震器的拆装

拆卸和安装减震器所需要的专用工具如图 3-6-10 所示。

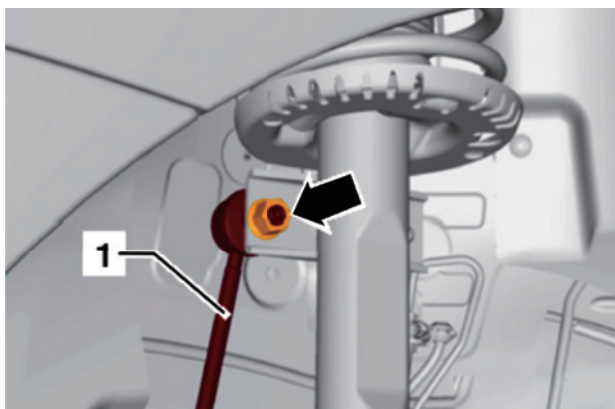


1. 扩张器 -3424N1-
2. 扭矩扳手 (40 - 200 Nm) -V.A.G 1332-
3. 发动机和变速箱举升装置 -V.A.G 1383A-
4. 定位件 -T10149-
5. 拆装减震器套件 -T10001-
6. 减震器张紧装置 -V.A.G 1752-

图 3-6-10 拆装工具

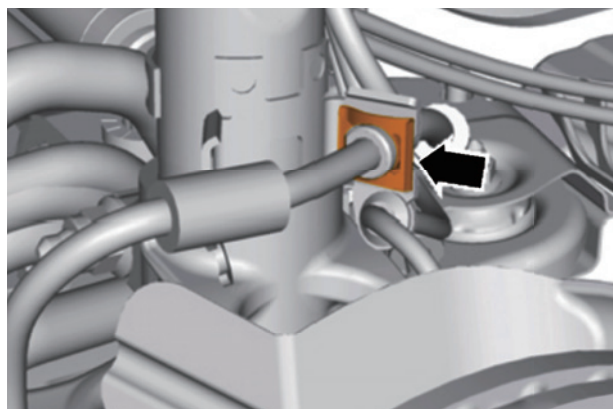
### 1. 拆卸

减震器的拆卸过程如图 3-6-11 到 3-6-20 所示。



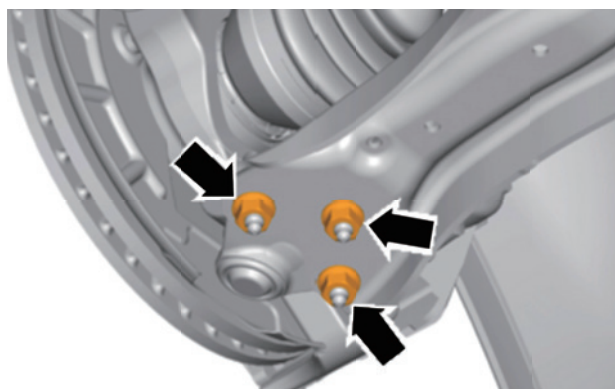
- 拧下左右两侧的六角螺母 - 箭头, 并拔出减震器上的连接杆 1

图 3-6-11



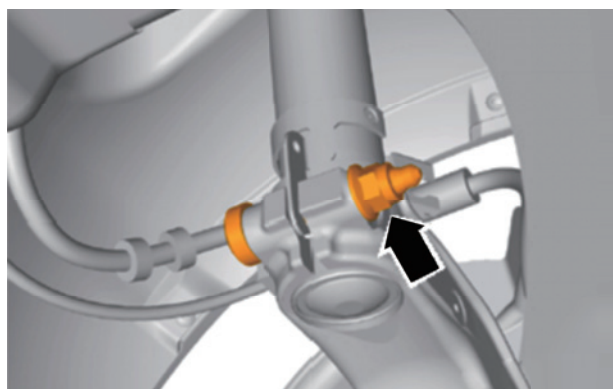
- 脱开弹簧卡 - 箭头 -, 并将制动软管置于一旁  
- 拔下 ABS 传感器插头, 并将线束脱开置于一旁

图 3-6-12



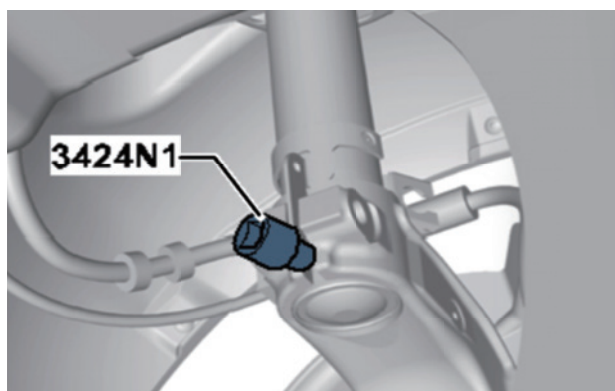
- 拧下螺母 - 箭头 -  
- 从控制臂中拉出转向节主销  
- 从轮毂上拉出传动轴的外侧万向节  
- 用张紧带将传动轴固定在车身上

图 3-6-13



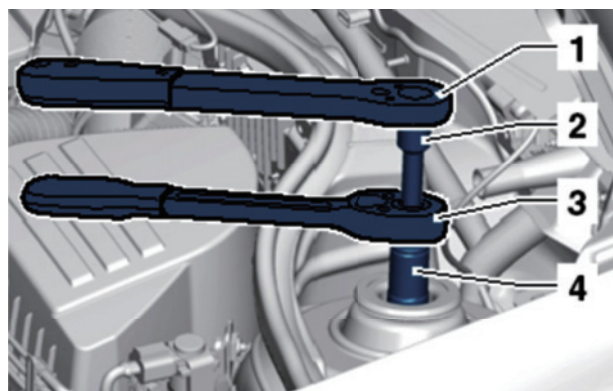
- 拆下车轮轴承支座和减震器的螺栓连接件 - 箭头 -

图 3-6-14



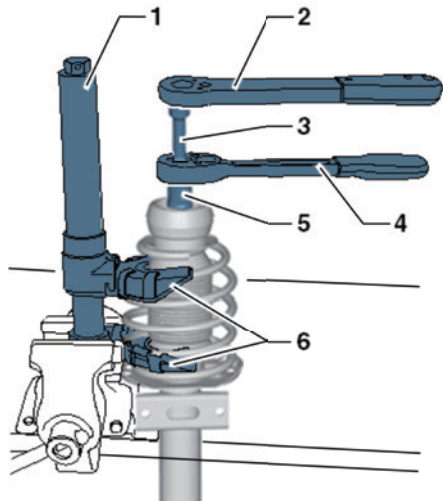
- 将扩张器 -3424N1- 放入车轮轴承支座的开口中  
- 将棘轮扳手旋转 90°, 并从扩张器 -3424N1- 上拔出

图 3-6-15



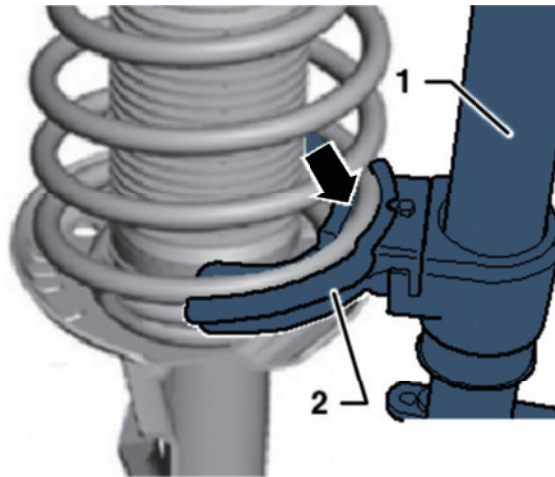
- 如图所示拧下减震器的六角螺母  
1 - 棘轮扳手  
2 - 工具头 -T10001/8-  
3 - 棘轮扳手 -T10001/11-  
4 - 工具头 -T10001/5-

图 3-6-16



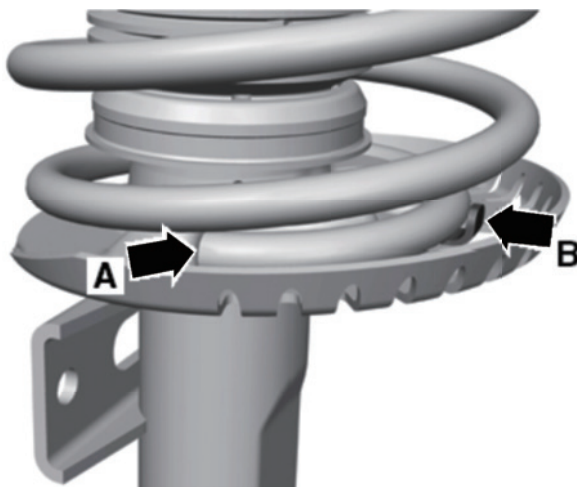
- 将弹簧张紧装置 -V.A.G 1752/1--1- 夹紧在台虎钳中
- 用弹簧张紧装置 -V.A.G 1752/1--1- 预紧螺旋弹簧，直到推力球轴承可以自由转动
- 1 - 弹簧张紧装置 -V.A.G 1752/1-
- 2 - 扭矩扳手 (40 - 200 Nm) -V.A.G 1332-
- 3 - 工具头 -T10001/8-
- 4 - 棘轮扳手 -T10001/11-
- 5 - 工具头 -T10001/5-
- 6 - 弹簧支架 -V.A.G 1752/4-

图 3-6-17



- 注意螺旋弹簧在弹簧支架 -V.A.G 1752/4- 中的正确位置 - 箭头 -
- 旋出活塞杆中的六角螺母
- 取下减震器的部件及带弹簧张紧装置 -V.A.G1752/1- 的螺旋弹簧

图 3-6-18



- 弹簧端部必须贴紧限位位置 - 箭头 A-。
- 弹簧必须被限制在凸耳 - 箭头 B- 内侧

图 3-6-19

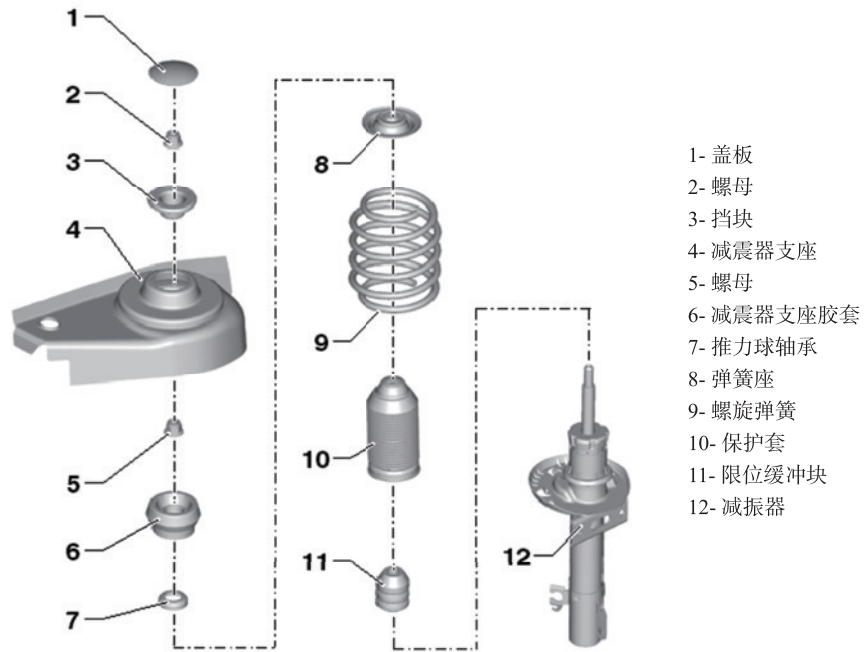


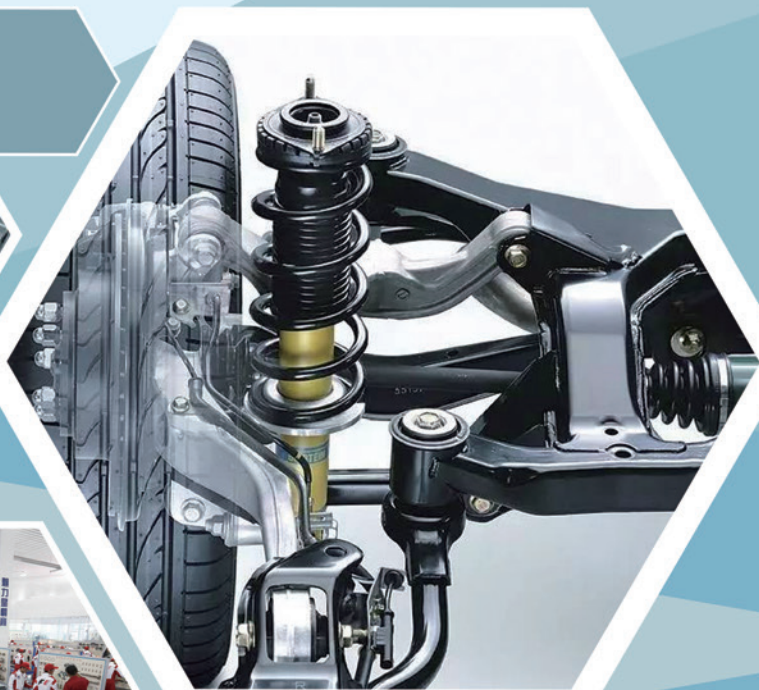
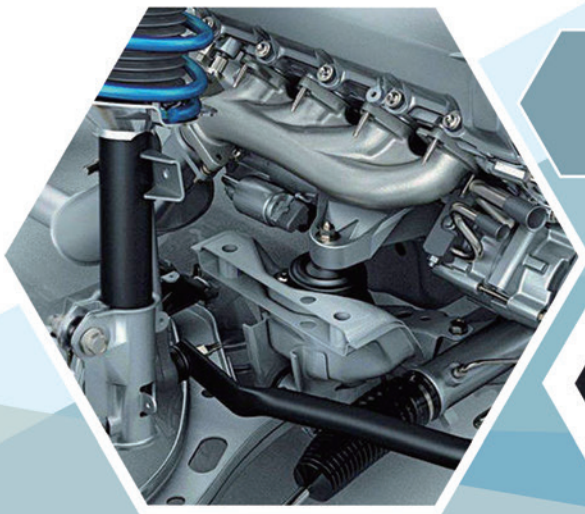
图 3-6-20 减震器分解图

## 2. 安装

安装大体以倒序进行。

# 第4章

## 转向系统



1. 掌握转向系统的组成、类型和要求
2. 掌握转向操纵机构的组成、结构及安全设置
3. 掌握转向器的作用、类型、结构、工作原理
4. 掌握转向传动机构的类型、结构及传力方式
5. 掌握液压式动力转向装置的工作原理



## 第一节 概 述

当汽车需要改变行驶方向时，必须使转向轮绕主销主轴线转一定角度，直到新的行驶方向符合驾驶员的要求时，再将转向轮恢复到直线行驶的位置。在汽车直线行驶时，往往转向轮也会受到路面侧向干扰力的作用，自动偏转而改变行驶方向。此时，驾驶员也可以利用这套机构使转向轮向相反的方向偏转，从而使汽车回复原来的行驶方向。这种由驾驶员操纵，转向轮偏转和回位的一整套用来改变汽车行驶方向的专设机构，称为汽车的转向系。

汽车转向系统的功用是保证汽车按驾驶员的意愿进行直线或转向行驶。

### 一、转向系统的类型及组成

#### 1. 转向系的类型

汽车转向系统按转向动力源的不同分为机械转向系和动力转向系两大类。

机械转向系以驾驶员的体力作为转向动力源。动力转向系是除了驾驶员的体力外，还以发动机（或电动机）的动力作为转向能源的转向系统，分为液压式、气压式和电动式的动力转向系统。

#### 2. 转向系统的基本组成

##### （1）机械转向系

机械转向系主要由转向操纵机构、机械转向器和转向传动结构三大部分组成，如图 4-1-1 所示。

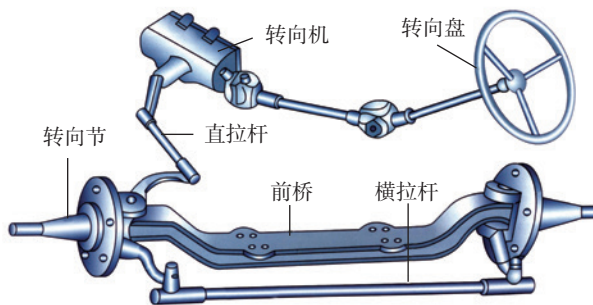


图 4-1-1 机械式转向系统示意图

##### （2）动力转向

液压式动力转向系：

液压式动力转向系，是在机械式转向系的基础上，增加了转向控制阀、转向油泵、转向动力缸等一套液压助力装置，如图 4-1-2 所示。

当汽车转向时，由发动机驱动的油泵产生高压油，高压油在控制阀的作用下，进入动力缸推动转向轮偏转，这时作用在转向盘的作用力就很小，从而减轻了驾驶员的劳动强度。液压式动力转向系操纵轻

便，灵活省力，维护简单。目前，广泛应用于高速轿车和重型货车上。

### (3) 电动式动力转向系

电动式动力转向系由电控单元、电机、减速机构、转向齿轮机和转矩传感器等组成。当汽车转向时，电控单元根据传感器检测的转向力矩及转向速度等参数，计算出最佳作用力后，使电机工作，推动转向，减轻驾驶员的劳动强度。但电动力不如液压力大，目前只用于前轴负荷较小的轿车上。

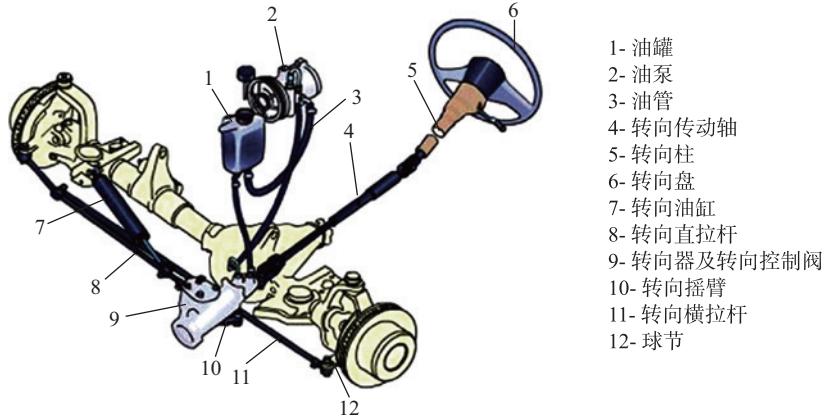


图 4-1-2 动力转向系统示意图

### 3. 汽车对转向系的要求

汽车转向系是保证汽车安全行驶的重要装置之一，因此要求它工作可靠，操纵要轻便灵活，要保证转向车轮的转向运动规律正确稳定，无摆振、抖动。并且要使车轮在转向时只滚动不滑动。转向机构还应能减弱或避免地面施加在转向车轮上的冲击传到转向盘上，同时又要使驾驶员通过转向盘对转向过程中车轮与地面之间的运动情况保持适当的“路感”，又不“打手”。当汽车发生碰撞时，转向装置应能减轻或避免对驾驶员的伤害。另外，汽车转向系应具有拆装、调整、维修应简单方便等。

## 二、汽车最小转弯半径

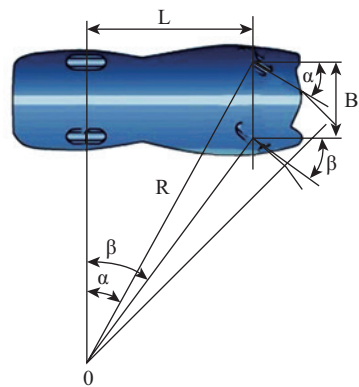
1. 转弯半径：转弯半径就是汽车瞬时转向中心到前外轮轨迹圆中心线的距离，如图 4-1-3 所示。

2. 在汽车转向过程中，转向轮的转角是逐渐变化的，因而转弯半径也是不断变化的。当转向盘转到极限位置时的转弯半径叫最小转弯半径。当外轮转向角越大或轴距越小时，则转弯半径越小，车辆转向时所需场地面积越小，车辆机动性能越好。

## 三、转向盘的自由行程

由于转向系各传动件之间都存在着装配间隙，而且这些间隙将随零件的磨损而增大，因此在一定的范围内转动转向盘时，转向节并不随即同步转动，而是在消除这些间隙并克服机件的弹性变形后，才做相应的转动，即转向盘有一空转过程。转向盘在转向阶段的空转角行程为转向盘的自由行程。

转向盘自由行程有利于缓和、吸收路面冲击引起方向盘的摆动、抖动和避免驾驶员的误操作，但过大的自由行程会影响转向灵敏性。所以汽车维护中应定期检查转向盘自由行程。一般汽车转向的自由行程应不超过  $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$ ，否则应进行调整。



L- 汽车轴距  
R- 最小转弯半径  
B- 两侧主销轴线与地面相交点之间的距离  
 $\alpha$ - 外侧车轮转向角  
 $\beta$ - 内侧车轮转向角

图 4-1-3 轮偏转角关系示意图（双轴汽车）



## 第二节 转向器

### 一、转向器的功用

转向器是转向系中的减速增力传动装置。其功用是增大由转向盘传到转向节的力，并改变力的传递方向。

### 二、转向器的类型

转向器的种类较多，一般按转向器中啮合传动副的结构形式分类。目前应用较广泛的转向器有蜗杆曲柄指销式、循环球式和齿轮齿条式等几种。

### 三、转向器的构造和工作原理

#### 1. 齿轮齿条式

图 4-2-1a 所示为齿轮齿条式转向器。它主要由转向器壳体、转向齿轮、转向齿条等组成。转向器通过转向器壳体的两端用螺栓固定在车身（车架）上。齿轮轴通过球轴承、滚柱轴承垂直安装在壳体中，其上端通过花键与转向轴上的万向节（图中未画出）相连，其下部是与轴制成一体的转向齿轮。转向齿轮是转向器的主动件。与它相啮合的从动件转向齿条水平布置，齿条背面装有压簧垫块。在压簧的作用下，压簧垫块将齿条压靠在齿轮上，保证二者无间隙啮合。调整螺塞可用来调整压簧的预紧力。压簧不仅起消除啮合间隙的作用，而且还是一个弹性支撑，可以吸收部分振动能量，缓和冲击。

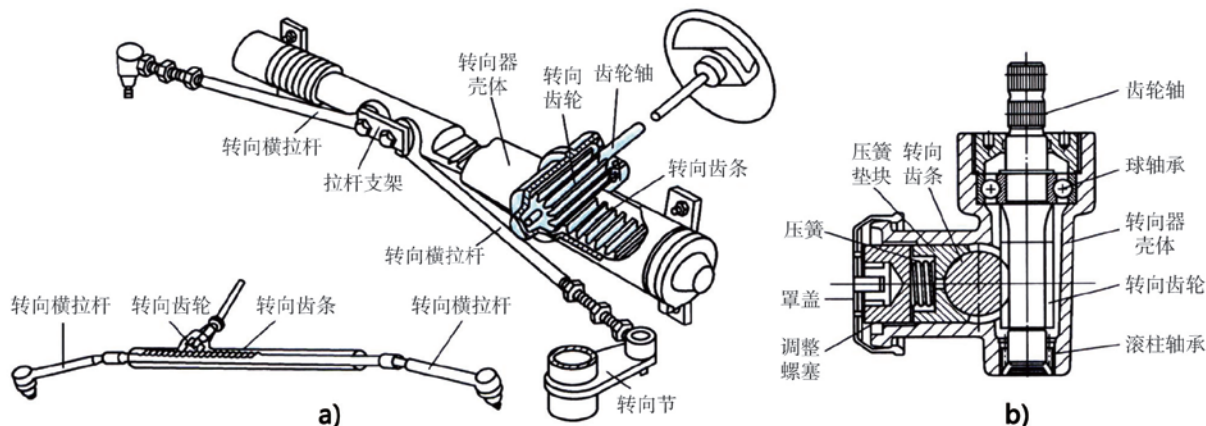


图 4-2-1

转向齿条的中部（有的是齿条两端，如图 4-2-1b 所示）通过拉杆支架与左、右转向横拉杆连接。转动转向盘时，转向齿轮转动，与之相啮合的转向齿条沿轴向移动，从而使左、右转向横拉杆带动转向

节转动，使转向轮偏转，实现汽车转向。齿轮齿条式转向器结构简单；传动效率高，操纵轻便；质量轻；由于不需要转向摇臂和转向直拉杆，还使转向传动机构得以简化。这种转向器在前轮为独立悬架的中级以下轿车和轻型、微型货车上得以广泛应用。

## 2. 循环球式

循环球式转向器是目前国内外汽车应用最广泛的一种转向器。与其他形式的转向器相比，循环球式转向器在结构上的主要特点是有两级传动副。

图 4-2-2 所示。第一级传动副是转向螺杆—转向螺母；螺母的下平面加工成齿条，与齿扇轴内侧的齿扇相啮合，构成齿条—齿扇第二级传动副。显然，转向螺母既是第一级传动副的从动件，也是第二级传动副的主动件。通过转向盘转动转向螺杆时，转向螺母不能随之转动，而只能沿杆轴向移动，并驱使齿扇轴（摇臂轴）转动。转向螺杆支撑在两个推力球轴承上，轴承的预紧度可用调整垫片调整，在转向螺杆上松套着转向螺母。为了减少它们之间的摩擦，二者的螺纹并不直接接触，其间装有许多钢球，以实现滚动摩擦。

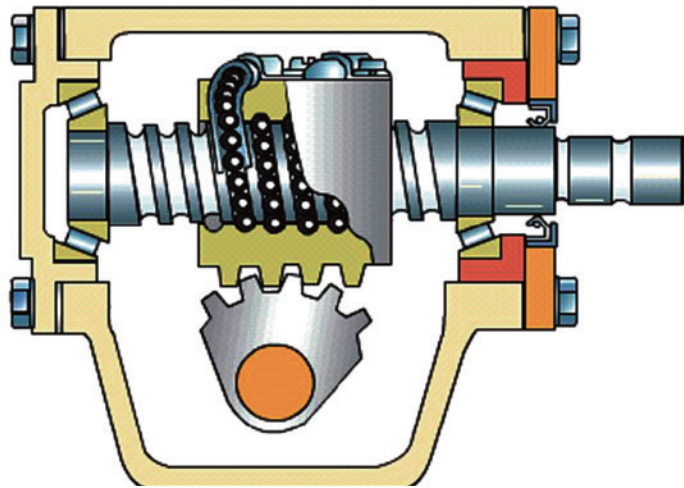


图 4-2-2

螺杆和螺母的螺纹都加工成截面近似为半圆形的螺旋槽，二者的槽相配合即形成截面近似为圆形的螺旋管状通道。螺母侧面有两对通孔，可从此孔将钢球塞入螺旋通道内。螺母外有两根钢球导管，每根导管的另一端分别插入螺母侧面的一对通孔中。导管内也装满钢球。这样，两根导管和螺母内的螺旋通道组合成两条各自独立的封闭的钢球“流道”。当转动转向螺杆时，通过钢球将力传给转向螺母，使螺母沿杆轴向移动。同时，由于摩擦力的作用，所有钢球便在螺杆和螺母之间的螺旋通道内滚动。

钢球在螺旋通道内绕行两周后，流出螺母而进入导管的一端，再由导管的另一端流回螺母内。故在转向器工作时，两列钢球只在各自的封闭流道内循环流动，而不会脱出。转向螺母下平面上加工出的齿条是倾斜的，与之相啮合的是变齿厚齿扇。只要使齿扇轴相对于齿条做轴向移动，便可调整二者的啮合间隙。调整螺钉旋装在侧盖上。齿扇轴靠近齿扇的端部切有 T 形槽，螺钉的圆柱形端头嵌入此切槽中，端头与 T 形槽的间隙用调整垫圈来调整。旋入螺钉，则齿条与齿扇的啮合间隙减小；旋出螺钉则啮合间隙增大。调整好后用锁紧螺母锁紧。转向器的第一级传动副（转向螺杆—转向螺母）因结构所限，不能进行啮合间隙的调整，零件磨损严重时，只能更换零件。循环球式转向器操纵轻便，转向结束后自动回正能力强，使用寿命长，广泛用于各类各级汽车。



## 第三节 转向操纵系统

转向盘到转向器之间的所有零部件总称为转向操纵机构。其功用是产生足够的力驱动转向器转动。

### 一、转向盘

转向盘由轮缘、轮辐和轮毂组成。轮辐一般为三根辐条或四根辐条，也有用两根辐条的。转向盘轮毂孔具有细牙内花键，借此与转向轴连接。转向盘内部是由成形的金属骨架构成。骨架外面一般包有柔软的合成橡胶或树脂，也有包皮革的，这样可有良好的手感，而且还可防止手心出汗时握转向盘打滑。当汽车发生碰撞时，从安全性考虑，不仅要求转向盘应具有柔软的外表皮，可起缓冲作用，而且还要求转向盘在撞车时，其骨架能产生变形，以吸收冲击能量，减轻驾驶员受伤的程度。转向盘上都装有喇叭按钮，有些轿车的转向盘上还装有车速控制开关和撞车时保护驾驶员的气囊装置，如图 4-3-1 所示。

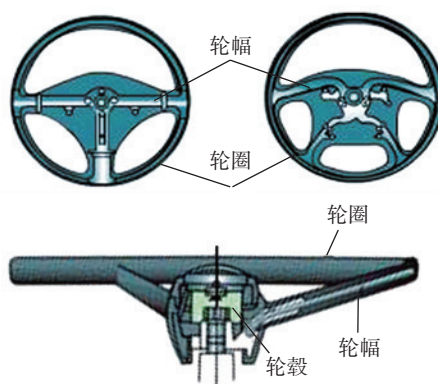


图 4-3-1 转向盘构造

### 二、转向轴、转向柱管及其吸能装置

转向轴是连接转向盘和转向器的传动件，转向柱管固定在车身上，转向轴从转向柱管中穿过，支承在柱管内的轴承和衬套上。

### 三、安全保护装置

轿车除要求装有吸能式转向盘外，还要求转向柱管必须装备能够缓和冲击的吸能装置。转向轴和转向柱管吸能装置的基本工作原理是：当转向轴受到巨大冲击而产生轴向位移时，通过转向柱管或支架产生塑性变形、形、转向轴产生错位等方式，吸收冲击能量，常见有以下几种安全保护措施：

#### 1. 吸能式转向盘

在汽车发生撞车时，转向盘的骨架产生变形（如图 4-3-2 所示）吸收能量，减轻对驾驶员的伤害。另外转向盘的柔软外表也起缓冲的保护作用。在汽车发生撞车时，转向盘的骨架产生变形吸收能量，减轻对驾驶员的伤害。另外转向盘的柔软外表也起缓冲的保护作用。



图 4-3-2 吸能式转向盘变形示意图

### 2. 可分离式安全转向操纵机构

转向柱管吸能装置的工作原理是：发生碰撞时，转向器向后移动，下转向传动轴插入上转向传动轴的孔中，上转向传动轴被压扁，吸收了冲击能量。此外，转向柱管通过支架和U形金属板固定在仪表板上。当驾驶员身体撞击转向盘后，转向管柱和支架将从仪表板上脱离下来向前移动。这时，一端固定在仪表板上而另一端固定在支架上的U形金属板就会产生扭曲变形并吸收冲击能量，如图4-3-3所示。

### 3. 缓冲吸能式转向操纵机构

这种操纵机构从结构上能使转向轴和转向管柱在收到冲击之后，轴向收缩并吸收冲击能量，从而有效缓和转向盘对驾驶员的冲击，减轻驾驶员所受到的伤害。其结构可以分成网格状转向管柱吸能装置（如图4-3-4a所示）、波纹管变形吸能装置（如图4-3-4b所示）和钢球滚压变形吸能装置（如图4-3-4c所示）。

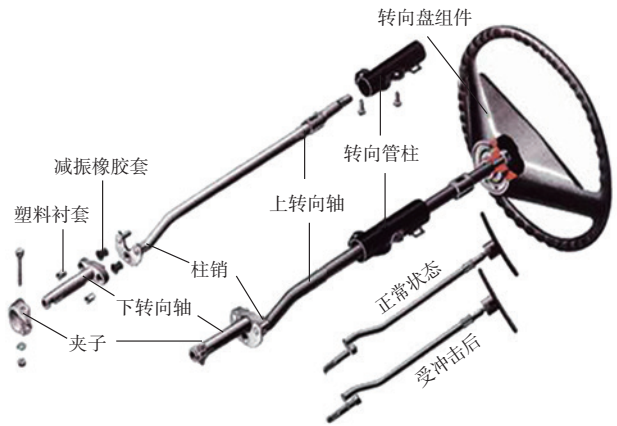


图 4-3-3 STN 转向盘和转向轴

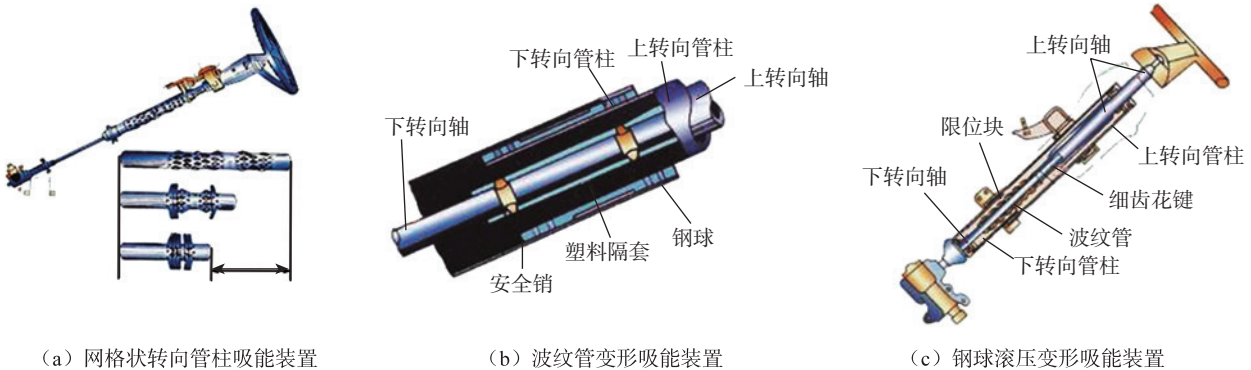


图 4-3-4 缓冲吸能式转向操纵机构结构示意图

### 四、转向减震器

转向减震器一般为液压筒式，它利用其活塞移动时缸筒内油液分子间产生的黏性阻尼、通过阀孔时的阻尼以及克服压紧阀门的弹簧力来衰减振动，如图4-3-5所示。转向减震器可减缓道路不平对转向系统造成的冲击，减小道路引起的振动并降低方向盘的抖动。转向减震器一端与转向直拉杆或转向器铰接，另一端与车身或前桥铰接转向减震器的结构类似悬架减振器，但二者特性有所不同。转向减震器的特性是对称的，即压缩和伸张特性相同，而悬架减震器的特性是非对称的，即压缩和伸张特性不相同。

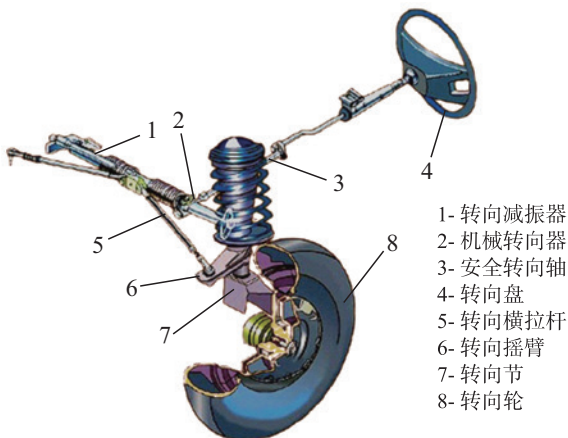


图 4-3-5 转向减振器安装位置图

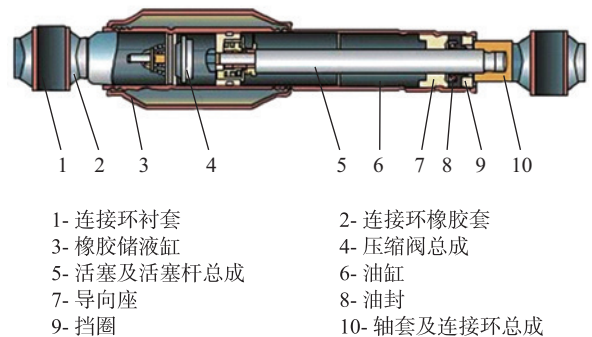


图 4-3-6 转向减振器结构图

# 4 第四节 转向传动机构

## 一、功能

转向传动机构的作用是将转向器输出的力和运动传给转向桥两侧的转向节，使两侧转向轮偏转以实现汽车转向。转向传动机构的组成和布置因转向器结构形式、安装位置及悬架类型而异。

## 二、结构组成

### 1. 与非独立悬架配用的转向传动机构

与非独立悬架配用的转向传动机构如图 4-4-1 所示，它一般由转向摇臂、转向直拉杆、转向节臂、两个梯形臂和转向横拉杆等组成。各杆件之间都采用球节铰链连接，并设有防止松脱、缓冲吸振、自动消除磨损后的间隙等的结构措施。

当前桥仅为转向桥时，由左、右梯形臂和转向横拉杆组成的转向梯形一般布置在前桥之后（图 4-4-1a），称为后置式。这种布置简单方便，且后置的横拉杆有前面的车桥做保护，可避免直接与路面障碍物相碰撞而损坏。当发动机位置较低或前桥为转向驱动桥时，往往将转向梯形布置在前桥之前（图 4-4-1b），称为前置式。若转向摇臂不是在汽车纵向平面内前后摆动而是在与路面平行的平面内左右摆动（，则可将转向直拉杆横向布置，并借球头销直接带动转向横拉杆，从而使左右梯形臂转动（图 4-4-1c）。

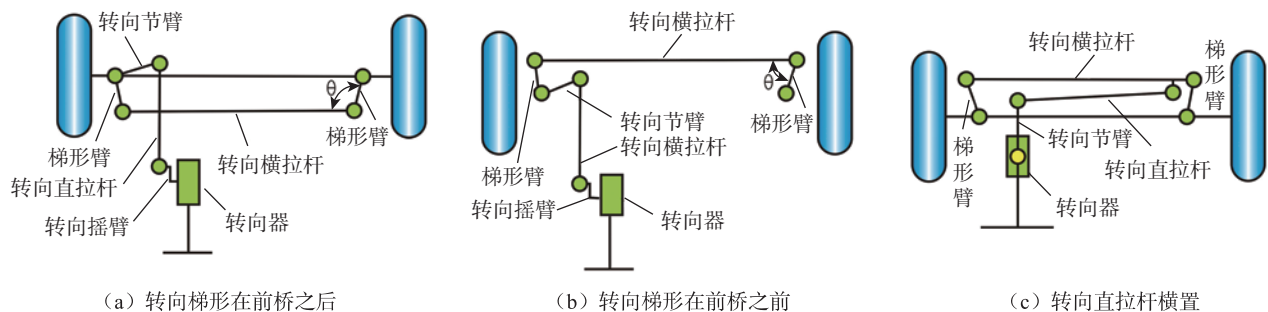


图 4-4-1 与非独立悬架配用的转向传动机构示意图

(1) 转向摇臂。如图 4-4-2 所示为常见转向摇臂的结构形式。其大端具有三角细花键锥形孔，用以与转向摇臂轴外端相连接，并用螺母固定；其小端带有球头销，以便与转向直拉杆作空间铰链连接。转向摇臂安装后从中间位置向两边摆动的角度应大致相等，故在把转向摇臂安装到摇臂轴上时，二者相应的角位置应正确。为此，常在摇臂大孔外端面上和摇臂轴的外端面上各刻有短线，或是在二者的花键部分上都少铣一个齿，作为装配标记。装配时应将标记对齐。

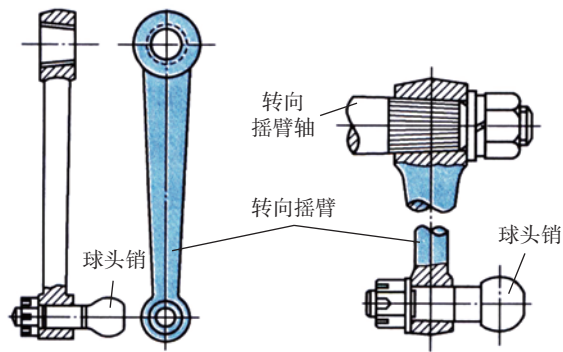


图 4-4-2

(2) 转向直拉杆，如图 4-4-3 所示。

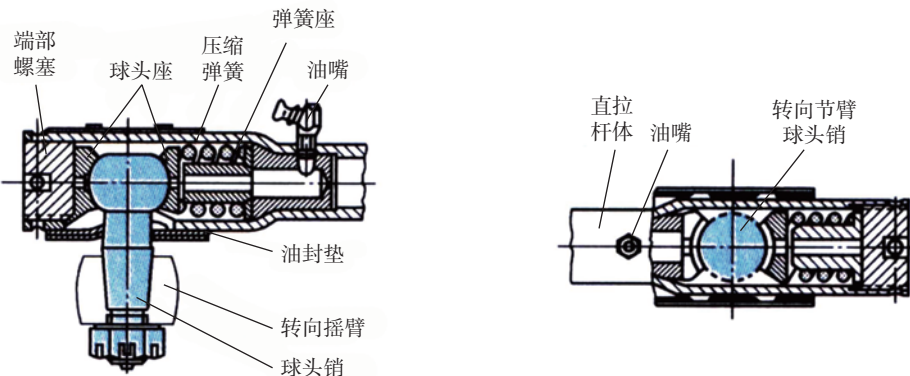


图 4-4-3 汽车转向直拉杆

直拉杆体由两端扩大的钢管制成，在扩大的端部里，装有由球头销、球头座、弹簧座、压缩弹簧和螺塞等组成的球铰链。球头销的锥形部分与转向摇臂连接，并用螺母固定；其球头部分的两侧与两个球头座配合，前球头座靠在端部螺塞上，后球头座在弹簧的作用下压靠在球头上，这样，两个球头座就将球头紧紧夹持住。为保证球头与座的润滑，可从油嘴注入润滑脂。拆装时供球头出入的直拉杆体上的孔口用油封垫的护套封盖住，以防止润滑脂流出和污物侵入。

压缩弹簧能自动消除因球头与座磨损而产生的间隙，并可缓和由转向轮经转向节臂球头销传来的向前（图中为向左）的冲击。弹簧座的小端与球头座之间留有不大的间隙，作为弹簧缓冲的余地，并可限制缓冲时弹簧的压缩量（防止弹簧过载）。此外，当弹簧折断时此间隙可保证球头销不致从管孔中脱出。端部螺塞可以调整此间隙。调整间隙的同时也调整了前弹簧的预紧度，调好后用开口销固定螺塞的位置，以防松动。

为了使转向直拉杆在受到向前或向后的冲击力时，都有一个弹簧起缓冲作用，两端的压缩弹簧应装在各自球头销的同一侧。由球头销传来的向后（图中为向右）的冲击力由前压缩弹簧承受。当球头销受到向前的冲击力时，冲击力依次经前球头座、前端部螺塞、直拉杆体和后端部螺塞传给后压缩弹簧。

(3) 转向横拉杆。图 4-4-4a 所示汽车转向横拉杆。横拉”杆体用钢管制成，其两端切有螺纹，一端为右旋，一端为左旋，与横拉杆接头旋装连接。接头的螺纹孔壁上开有轴向切口，故具有弹性，旋装到杆体上后可用螺栓夹紧。两端接头结构相同，如图 4-4-4b) 所示。由于横拉杆体两端是正反螺纹，因此，在旋松夹紧螺栓以后，转动横拉杆体，即可改变转向横拉杆的总长度，从而调整转向轮前束。

在横拉杆两端的接头上都装有由球头销等零件组成的球形铰链。球头销的球头部分被夹在上、下球头座内，球头座用聚甲醛制成，有较好的耐磨性。球头座的形状见图 4-4-4c。装配时上、下球头座凹凸部分互相嵌合。弹簧通过弹簧座压向球头座，以保证两球头座与球头的紧密接触，在球头和球头座磨损时能自动消除间隙，同时还起缓冲作用。弹簧的预紧力由螺塞调整。球铰上部有防尘罩，以防止尘土侵入。球头销的尾部锥形柱与转向梯形臂连接，并用螺母固定、开口销锁紧。

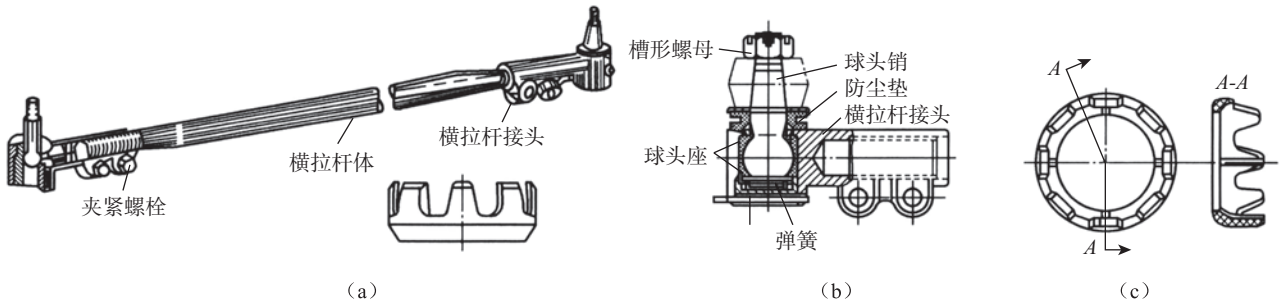


图 4-4-4

(4) 转向节臂和梯形臂。转向节臂和梯形臂如图 4-4-5 所示。转向直拉杆通过转向节臂与转向节相连。转向横拉杆两端经左、右梯形臂与转向节相连。转向节臂和梯形臂带锥形柱的一端与转向节锥形孔相配合，用键防止螺母松动。臂的另一端带有锥形孔，与相应的拉杆球头销锥形柱相配合，同样用螺母紧固后插入开口销将螺母锁住。

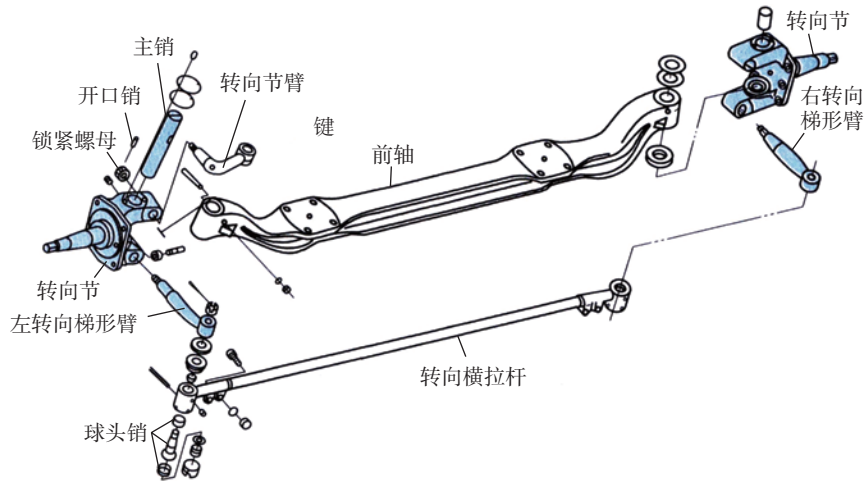


图 4-4-5

## 2. 与独立悬架配用的转向传动机构

当转向轮采用独立悬架时，由于每个转向轮都需要相对于车架（或车身）作独立运动，所以，转向桥必须是断开式的。与此相应，转向传动机构中的转向梯形也必须分成两段（图 4-4-6a）或三段（图 4-4-6b），转向摇臂在平行于路面的平面中左右摆动，传递力和运动。

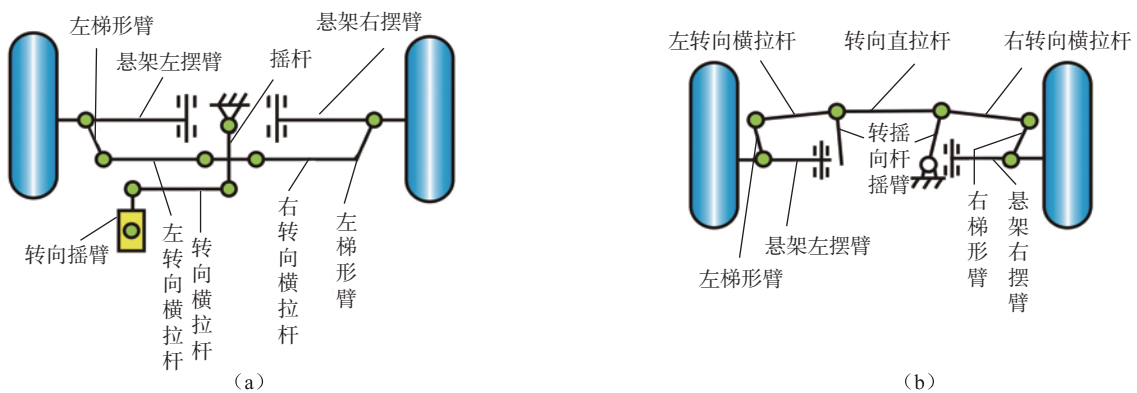


图 4-4-6

转向传动机构如图4-4-7所示。转向器齿条的两端制有内螺纹。转向横拉杆的内端装有带螺纹的球头，并将其旋入齿条中。横拉杆的外端也通过螺纹与横拉杆接头连接，并用螺母锁紧。横拉杆接头外端通过球头销与转向节连接。松开锁紧螺母，转动转向横拉杆（左、右两侧横拉杆的转动量应相同），可以调整前轮前束。南京依维柯轻型货车的转向传动机构与其相类似。

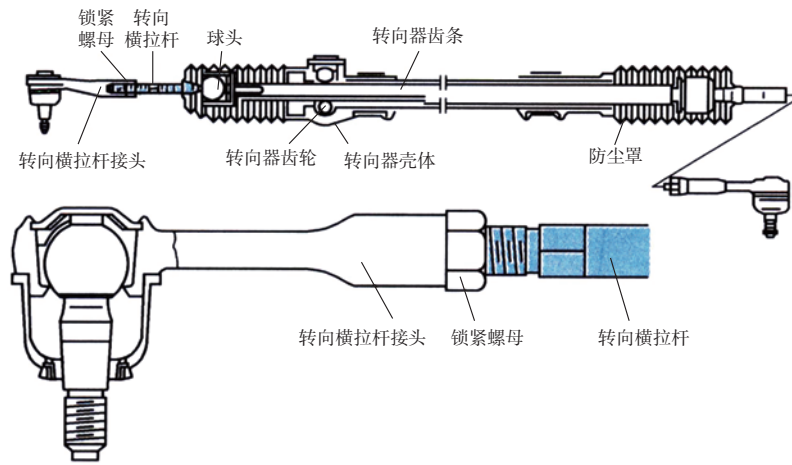


图 4-4-7



## 第五节 动力转向系统

### 一、功用及意义

转向轻便和转向灵敏互相矛盾的。在机械转向系中，单靠改善转向器本身的结构，来同时满足转向轻便和转向灵敏是很有限的。为了减轻驾驶员的疲劳强度，改善转向系统的技术性能，采用动力转向装置。采用动力转向的汽车转向时，所需的能量只有小部分是驾驶员提供的体能，而大部分是发动机驱动转向油泵旋转，将发动机输出的部分机械能转化为压力能，并在驾驶员的控制下对转向传动装置或转向器传力，从而实现转向。

### 二、基本组成

动力转向装置如图 4-5-1 所示，主要由转向器、转向控制阀、转向动力缸以及将发动机输出的部分机械能转换为压力能的转向油泵（或空气压缩机）、转向油罐等组成。

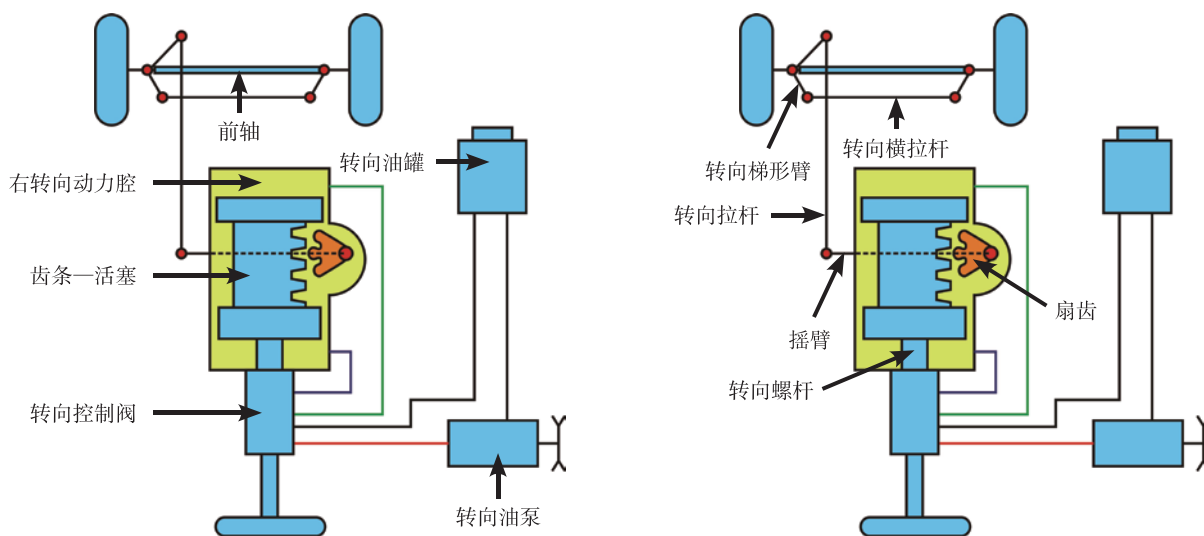


图 4-5-1 动力转向装置

转向器在机械转向器的基础上增加了两个油压动力腔，即左转向动力腔和右转向动力腔，齿条和活塞为一个整体，如此，动力腔的油压可以提供大部分动力推动扇齿转动。

### 三、基本原理

当汽车直线行驶时，转向控制阀控制油泵口和回油口相通，这样使油液从油泵到转向控制阀再回到

转向油罐，油压不对外输出动力，如图 4-5-2 所示。

当右转向时，转向控制阀控制油泵口和右转向腔口相通，左转向腔口与回油口相通，这样使油液从油泵经转向控制阀到右转向腔，左转向腔油液经转向控制阀再回到转向油罐，液压油协助驾驶员推动齿条，推动扇齿等转向传动机构使车轮向右偏转，如图 4-5-3 所示。

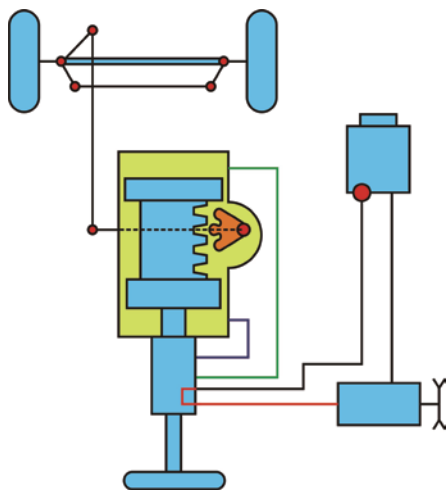


图 4-5-2 直线行驶时

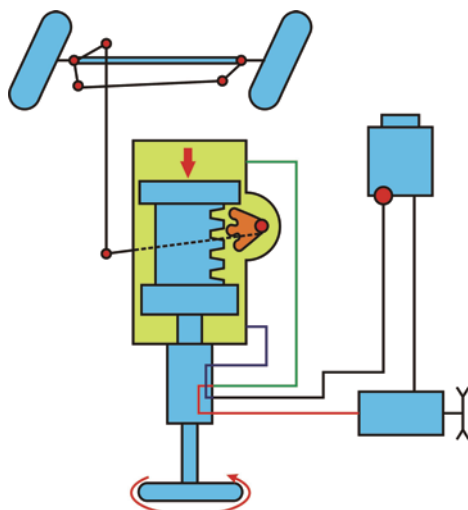


图 4-5-3 右转向时

当左转向时，转向控制阀控制油泵口和左转向腔口相通，右转向腔口与回油口相通，这样使油液从油泵经转向控制阀到左转向腔，右转向腔油液经转向控制阀再回到转向油罐，液压油协助驾驶员推动齿条，推动扇齿等转向传动机构使车轮向左偏转，如图 4-5-4 所示。

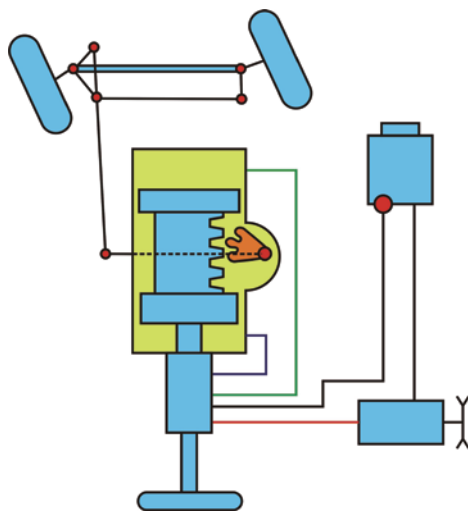


图 4-5-4 左转向时

#### 四、转向控制阀

转向控制阀控制着左、右转向腔的油路转换，是最为重要的部件。转向控制阀由滑阀式和转阀式。下面以转阀式转向控制阀为例介绍其原理。

##### 1. 转阀式转向控制阀结构

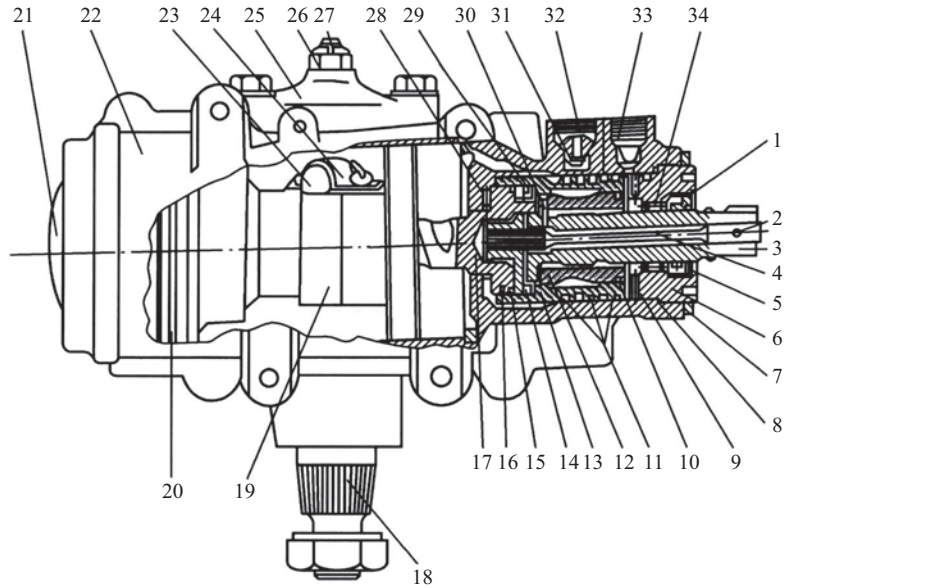
如图 4-5-5 所示，为转阀式转向控制阀的结构，转向控制阀主要由阀体 13、转阀 12、短轴组件（短轴 3、弹性扭杆 4 和下端轴盖 14 等）及密封圈、轴承等零件组成。

阀体 13 制成圆桶形，通过锁定销连接转向螺杆 17，方向器的动力经此输入。阀体 13 与下端轴盖 14 外圆上缺口相卡，形成盖 14 带动阀体 13 的传力连接。阀体 13 外表面切有环形槽，其中宽深的槽是油槽，浅窄的环槽用来安装密封圈组件，油槽与外壳的油道相通。阀体 13 的内表面切有 8 条互不贯通的纵向槽，并形成 8 道槽肩。

转阀 12 也制成圆桶形，转阀外表面切有与阀体 13 对应的 8 条互不贯通的纵槽，其相应的槽肩与阀体内表面上的槽肩相配合，形成油液流动的间隙。在转阀的 8 道槽肩中，相间的 4 道槽肩上开有径向通孔，形成回油孔。

短轴 3 与转向万向节接通，驾驶员转动转向盘的作用力即由此输入。短轴 3 为空心管形轴件，短轴 3 通过锁定销与转阀 12 连接，保证短轴 3 和转阀 12 同步转动，相互之间不发生角位移。在短轴和转阀之间留有较大的径向间隙，供低压回油油流通。

弹性扭杆 4 装在短轴 3 内部，其一端与短轴 2 连接，另一端与下端轴盖 14 连接。由于弹性扭杆的弹性作用，允许短轴 3 和下端轴盖 14 可以产生相对位置变化。也就是说，可以使转阀 12 和阀体 13 之间产生相对位置变化。



- |                         |                 |                 |
|-------------------------|-----------------|-----------------|
| 1- 卡环                   | 12- 转阀          | 24- 导管压紧板       |
| 2- 短轴与弹性扭杆的传力销          | 13- 阀体          | 25- 侧盖          |
| 3- 短轴                   | 14-F 端轴盖        | 26- 锁紧螺母        |
| 4- 弹性扭杆                 | 16- 转向螺杆与阀体的锁定销 | 27- 调整螺钉        |
| 5- 骨架油封                 | 17- 转向螺杆        | 29- 下端轴盖与阀体的锁定销 |
| 6- 调整螺塞                 | 18- 转向摇臂轴       | 30- 转阀与短轴的锁定销   |
| 7- 锁止螺母                 | 19- 齿条—活塞       | 31- 进油口座及止回阀    |
| 8、10、15- “O”形密封圈        | 21- 转向器端盖       | 32- 进油口         |
| 9、28- 推力滚针轴承            | 22- 壳体          | 33- 出油口         |
| 11、20- 聚四氟乙烯环和“O”形密封圈组件 | 23- 循环球导管       | 34- 滚针轴承        |

图 4-5-5 转阀式转向控制阀

## 2. 转阀式转向控制阀工作过程

### (1) 直线行驶时

汽车直线行驶时，转阀处于中间位置，如图 4-5-6 所示。来自转向油泵的油液从动力转向器壳体进油口经阀体的进油道 P 流进阀体和转阀之间。由于转阀处于中间位置，进入的油液分别经过阀体和转阀纵槽槽肩形成的两边相等的间隙、阀体油道 L、R，流进转向动力缸的左、右腔室，使两腔油压相等，齿条—活塞保持在中间平衡位置，不起转向及转向加力作用。与此同时，流进阀体和转阀之间的油液还经转阀的 4 条径向回油孔汇集于转阀内腔的回油道 O，最后经转向器壳体回油口流回转向油罐，形成常流式油液循环。

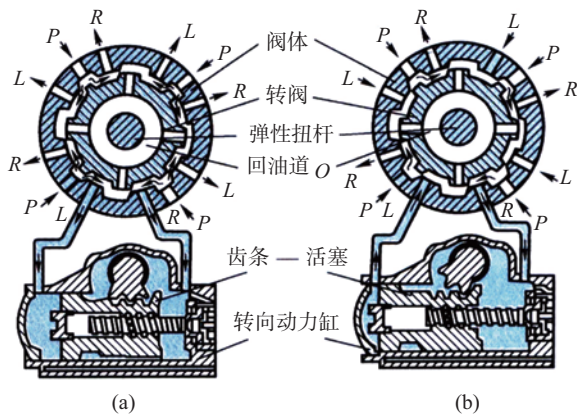


图 4-5-6 转阀式转向控制阀油路

### (2) 左转向时

汽车左转向时，短轴 3（图 4-5-5）在转向轴驱动下逆时针方向转动，并分两路传递运动和力：一路拨动转阀 12 同步转动；另一路则通过弹性扭杆 4 的右端传给下端轴盖 14，轴盖 14 又传给阀体 13，最后传给转向螺杆 17。

由于受到路面转向阻力，使轴向螺杆 17 暂时不能随短轴 3 同步转动，即阀体暂时不能随短轴 3 同步转动。由短轴 3 传递的驾驶员的转向力矩只能使弹性扭杆 4 发生扭转变形，从而使转阀 12 相对于阀体 13 转过不大的角度，二者纵槽槽肩两边的间隙不再相等：通 R 油道的一边增大；通 L 油道的一边减小，如图 4-5-6b 所示。来自油泵的油液从油道 P 进入阀体与转阀之间，流向间隙增大的一边，并经 R 油道流进动力缸的右腔，使该腔油压升高；而与 L 油道相通的动力缸左腔油压则降低（左腔油液通过 L

油道流进阀体与转阀之间，再经转阀的4条径向油孔、回油道0流回转向油罐）。左、右两腔的压力差作用在齿条—活塞上，帮助转向螺杆迫使齿条—活塞开始左移，转向轮开始向左偏转，转向加力起作用。同时转向螺杆本身也开始与短轴同向转动。只要转向盘继续转动，弹性扭杆的扭转变形便一直保持不变，阀体与转阀之间的相对角位置也不变，转向加力作用就一直存在，转向轮将继续向左偏转。

在转向过程中，转向盘转得越快，弹性扭杆的扭转速度就越快，转阀相对于阀体产生角位移的速度也越快，从而使动力缸左、右两腔产生压力差的速度加快，转向轮的偏转速度也相应加快。

### (3) 停止转向时

一旦转向盘停止转动并维持在某一转角位置不动，短轴及转阀便不再转动。但齿条—活塞在油压差的作用下仍继续左移，导致转向螺杆连同阀体沿原转动方向继续转动，使弹性扭杆的扭转变形减小，阀体与转阀的相对角位移量减小，动力缸左、右两腔油压差减小。减小了的油压差仍作用在齿条—活塞上，以克服转向轮的回正力矩，使转向轮的偏转角维持不动。

### (4) 方向的回正

若在维持转向的位置上松开转向盘，被扭转变形的弹性扭杆4（图4-5-5）的右端自动转过一定的角度而恢复自由状态，转阀12则在随之同向转动的短轴3带动下回复到中间位置，动力缸停止工作，转向轮在回正力矩作用下自动回正。如果需要液压加力，驾驶员可以回转转向盘，使动力转向装置帮助转向轮回正。

### (5) 路面作用力反馈

汽车直线行驶时，若遇路面作用力而使转向轮偏转（设转向轮向左偏转，驾驶员仍保持转向盘处于直线行驶位置），转向阻力通过转向传动机构、齿条—活塞、转向螺杆作用于阀体，使阀体相对于不转动的转阀逆时针方向转动（在图4-5-6a所示位置上，阀体相对于转阀逆时针方向转动），动力缸左腔油压升高，右腔油压降低，压力差作用在齿条—活塞上使其右移，并通过转向传动机构使转向轮向右偏转而回正。从而保证了汽车直线行驶的稳定性和有效地避免了转向盘“打手”现象。

### (6) 动力转向失效时

在动力转向装置失效的情况下由人力转向时，短轴3（图4-5-5）随转向盘转过一定角度后，其左端凸缘上的弧形缺口便抵住转向螺杆17右端的叉形凸块，由短轴直接带动转向螺杆转动，以保证汽车转向。

这时的动力转向器即变为机械转向器，转向变得沉重，转向盘自由行程增大。

## 3. 转阀式转向控制阀特征

在转向过程中，动力缸中的油液压力是随转向阻力变化的，而动力缸中油压的变化又受控于弹性扭杆的扭转变形量：转向阻力增大，弹性扭杆的扭转变形量也增大，转阀相对于阀体的角位移量增大，从而使动力缸中油压升高；反之，则动力缸中油压降低。显然，弹性扭杆的扭转变形量取决于转向阻力的大小。在此过程中，弹性扭杆因扭转变形而产生的反作用力（与转向阻力成递增函数关系）传到转向盘上，使驾驶员能感觉到转向阻力的变化情况，所以这种转阀式动力转向装置具有“路感”作用。

## 五、转向油泵

转向油泵是液压式动力转向装置的能源，一般由发动机驱动，其作用是将输入的机械能转换为液压能输出。转向油泵有齿轮式、叶片式和转子式和柱塞式等几种形式。曾被广泛采用的齿轮式转向油泵的构造及工作原理与发动机润滑系中的齿轮式机油泵类似。

叶片式转向油泵具有结构紧凑、输油压力脉动小、输油量均匀、运转平稳、性能稳定、使用寿命长等优点，现代汽车采用较多，以下介绍叶片式转向油泵。

### 1. 单作用非卸荷式叶片泵

单作用非卸荷式叶片泵主要由端盖、驱动轴、转子、定子、叶片及壳体组成，如图4-5-7所示。

定子具有圆柱形内表面。转子上沿圆周均匀制有

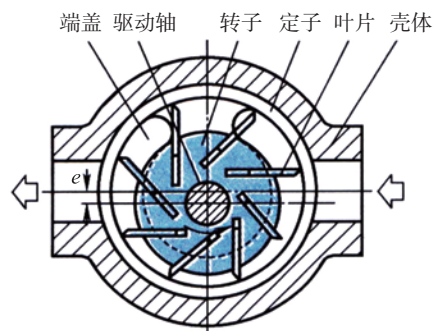


图 4-5-7 单作用叶片泵原理图

径向切槽。矩形叶片装在转子的切槽内，可在槽内移动；叶片沿转子轴向的两端分别压靠在两侧端盖的端面上，并可在端面上滑动。这样就由定子内表面、转子外表面、叶片和端盖构成若干个油腔。转子和定子中心不重合，有一偏心距  $e$ 。当转子旋转时，叶片在自身离心力的作用下紧贴定子的内表面，将上述各油腔密封，并在转子切槽内作往复运动。

当转子按图示逆时针方向转动时，右半转子上各叶片均沿切槽向外滑动而伸出，相邻两叶片之间油腔的工作容积均增大，因而具有吸油作用；而左半转子上各叶片则均沿切槽向内滑动而被压回，相邻两叶片之间油腔的工作容积均减小，因而具有压油作用。

转子每转一周，叶片在切槽内作往复伸、缩运动各一次，完成吸油、压油各一次，故称为单作用叶片泵。由于右边吸油区的油压低，左边压油区的油压高，左、右两油区的压力差作用在转子上，使转子轴的轴承上承受较大的荷载，故称其为非卸荷式叶片泵。

### 2. 双作用卸荷式叶片泵

双作用卸荷式叶片泵也由转子、定子、叶片、端盖等组成，如图 4-5-8 所示。与单作用叶片泵的不同之处在于：双作用叶片泵的转子与定子的中心相重合；定子的内表面不是圆形而是一个近似的椭圆形，它由两条长半径  $R$  ( $ab, c'd'$ ) 和两条短半径  $r$  ( $cd, c'd'$ ) 所决定的圆弧以及 4 段过渡曲线所组成。当转子旋转，叶片由短半径  $r$  向长半径  $R$  处运动时，两叶片间油腔的工作容积逐渐增大，形成局部真空而吸油；而叶片由长半径  $R$  向短半径  $r$  处运动时，两叶片间油腔的工作容积逐渐减小而压油。

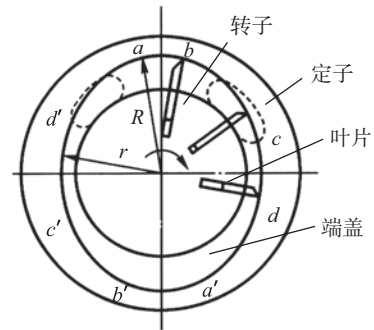


图 4-5-8 双作用叶片泵原理图

转子每转一周，叶片在转子切槽内往复运动两次，完成两次吸油和两次压油，故称为双作用叶片泵。由于两个吸油区和两个压油区各自的中叶心夹角对称，所以作用在转子上的油压作用力相互平衡，故又称为卸荷式叶片泵。为了使转子受到的径向油压力完全平衡，工作油腔数（叶片数）应当为偶数。

### 3. 叶片式转向油泵的构造

北京切诺基吉普车采用双作用卸荷式叶片泵，其构造如图 4-5-9 所示。

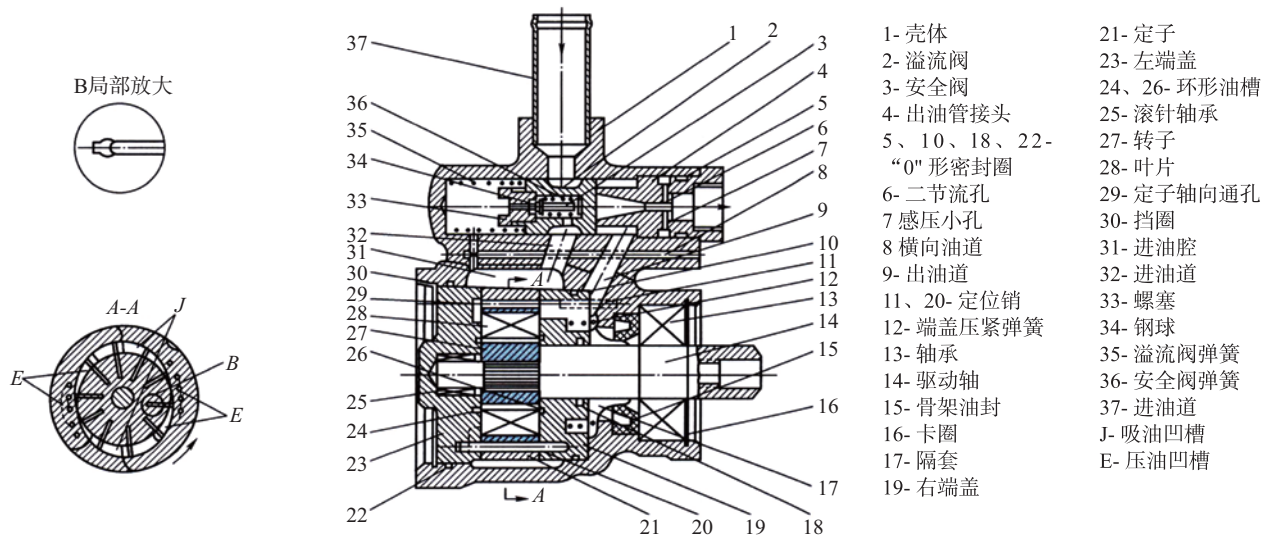


图 4-5-9 北京切诺基吉普车叶片式转向油泵

左端盖 23 和右端盖 19 以外圆柱面与壳体 1 的内孔滑动配合，配合表面之间分别装有“O”形密封圈 22 和 10，其中密封圈 10 使端盖 19 的右侧（与油泵的压油腔、出油道 9 均相通）与壳体的进油腔 31 隔开。定子 21 即位于左、右端盖之间的进油腔 31 内，其两端与左、右端盖的接合端面靠弹簧 12 的弹

力压紧，弹性挡圈 30 限制端盖在弹簧 12 作用下向左轴向移动。

在右端盖 19 上开有两个对称的吸油凹槽 J，两凹槽均与进油腔 31 相通，实现双边进油，以利于增大油泵的流量。此外，在左、右两端盖上还对称开有两个压油凹槽 E，转子工作腔内压出的高压油流入其中的左端盖压油凹槽后，经定子 21 上的八个轴向通孔 29 汇集于右端盖 19 的压油凹槽内，右端盖的压油凹槽开有轴向通道，与出油道 9 相通。两个定位销 20 使定子 21 与左、右端盖周向定位；右端盖 19 又通过定位销 11 与壳体 1 周向定位，从而保证了端盖各油口以及壳体进、出油道之间正确的相对位置。

转子 27 位于定子 21 的内孔中，以三角形花键子 L 与驱动轴 14 的花键轴段相配合。转子沿圆周方向均匀地开有 10 条径向切槽，每条 E 槽内装有可沿槽径向滑动的矩形叶片 28，叶片两长边制成圆弧形，以利于与定子内表面良好接触，这种接触必须可靠，以保证油泵正常工作。为此，除依靠叶片本身的离心力外，还在叶片槽根部制有小油腔；在左、右端盖 23、19 与转子叶片槽根部相对应的圆周上分别开有环形油槽 24、26，高压油经端盖与转子之间的间隙进入环形油槽后，即可流入叶片槽根部的小油腔内，迫使叶片可靠地压向定子内表面。驱动轴 14 右部轴颈通过向心球轴承 13 支撑在壳体 1 上，轴的左端插入左端盖 23 中的无内圈滚针轴承 25 中，起支撑作用。轴 14 的左中段制有三角形花键；轴的右端与皮带盘相配合，发动机传出的动力由此输入，通过花键带动转子旋转。

叶片式转向油泵的输出油量随转子旋转速度（从而随发动机转速）的升高而增大。转向油泵设计时一般需保证即使在发动机怠速运转状态下，油泵的输出油量也能满足快速转向所需的动力缸活塞移动速度。这样，当发动机转速高时，油泵的输出油量将过大，导致油泵消耗功率过多和油温过高。油泵的输出油压取决于液压系统的负荷（动力缸活塞所受的运动阻力，也可以理解为油液的流通阻力）。输出油压过高，将导致动力缸和油泵超载而损坏其零件。为此，北京切诺基吉普车所用转向油泵在进、出油道之间装有控制流量的溢流阀 2 和控制压力的安全阀。

当输出油量过大时，出油管接头 4 内节流孔 6 中油液的流速很高，其静压力相应很低，此压力经感压小孔 7、横向油道 8 传到溢流阀 2 的左侧，使阀 2 左、右两侧压力差增大，在压力差作用下阀 2 压缩弹簧 35 在壳体 1 内左移，使进油道 32 与出油道 9 相沟通，部分油液即在泵内循环流动，使输出油量减少。当输出油量不大，而输出油压过高（如油道堵塞等原因造成）时，过高的油压同样经小孔 7、油道 8 传至阀 2 左侧，迫使钢球 34 和安全阀 3 压缩弹簧 36 而右移，则高压油可通过带滤网的螺塞 33 的中心孔经过油道 32 流回进油腔 31，从而降低了输出油压。

### 六、溢流阀和安全阀

转向油泵的输出油量随转子旋转速度（从而随发动机转速）的升高而增大。转向油泵设计时一般需保证即使在发动机怠速运转状态下，油泵的输出油量也能满足快速转向所需的动力缸活塞移动速度。这样，当发动机转速高时，油泵的输出油量将过大，导致油泵消耗功率过多和油温过高。油泵的输出油压取决于液压系统的负荷（动力缸活塞所受的运动阻力，也可以理解为油液的流通阻力）。输出油压过高，将导致动力缸和油泵超载而损坏其零件。为此，转向油泵在进、出油道之间装有控制流量的溢流阀和控制压力的安全阀，如图 4-5-8 所示。

当输出油量过大时，出油管接头 4 内节流孔 6 中油液的流速很高，其静压力相应很低，此压力经感压小孔 7、横向油道 8 传到溢流阀 2 的左侧，使阀 2 左、右两侧压力差增大，在压力差作用下阀 2 压缩弹簧 35 在壳体 1 内左移，使进油道 32 与出油道 9 相沟通，部分油液即在泵内循环流动，使输出油量减少。当输出油量不大，而输出油压过高（如油道堵塞等原因造成）时，过高的油压同样经小孔 7、油道 8 传至阀 2 左侧，迫使钢球 34 和安全阀 3 压缩弹簧 36 而右移，则高压油可通过带滤网的螺塞 33 的中心孔经过油道 32 流回进油腔 31，从而降低了输出油压。



## 第六节 转向系统的维护操作

### 一、转向盘工作状况的检查操作

转向系统的性能是通过转向盘的工作状况体现出来的，转向盘的自由行程、松脱或松旷及转向盘安全锁止装置的工作状况对汽车的安全性能影响很大。因此，定期检查转向盘的自由行程、是否松脱或松旷及转向盘的锁止状况非常必要。

#### 1. 技术标准及要求

(1) 检查转向盘自由行程之前，应首先确认转向传递机构、转向主销及轮毂轴承的性能，必要时需进行调整或维修。

(2) 转向盘的自由行程一般为  $5^{\circ}$  -  $10^{\circ}$ 。

#### 2. 操作步骤

##### (1) 转向盘自由行程的检查

1) 将车辆停放在平坦、坚实的路面上，保证前轮处于直行状态。

2) 左、右转动转向盘，用直尺记下车轮不能再进行转动时的移动量，即为转向盘的自由行程。

3) 转向盘的自由行程由转向操纵机构、转向盘、转向传动机构、转向主销与转向主销衬套间隙及轮毂轴承间隙等多方面的因素决定。因此，若转向盘出现自由行程过大的情况时，应根据情况具体分析。

##### (2) 转向盘松脱或松旷的检查

1) 双手握住转向盘，在上下方向和左右方向摆动转向盘，从而确定转向盘有没有发生松旷的现象。

2) 双手握住转向盘，在轴向方向拉压转向盘，从而确定转向盘有没有发生松脱或松旷的现象。

3) 对于配备了倾斜和伸缩可调的转向系统的车辆，还应在其转向盘的各个位置检查是否出现松脱或松旷现象。

##### (3) 转向盘锁止情况的检查

1) 将点火开关置于“OFF”位置，拔出钥匙，转动转向盘，直到把转向盘锁死而不能转动时为止。

2) 将点火开关置于“ACC”位置，左、右轻转转向盘，锁止装置被打开，转向盘可自由转动。

### 二、转向盘中间位置、转向力矩、转向角的检查与调整操作

#### 1. 转向盘偏离中间位置的原因

在进行转向系统拆装作业时，有时需要拆装转向盘，这样会引起转向盘原始位置的改变，使汽车直行时转向盘出现不对称的现象，给驾驶人观察仪表盘带来不便。若在进行转向系统拆装作业后出现这种情况，则应及时对转向盘的位置进行调整。

#### 2. 汽车最大转向角过大或过小对汽车操控性能的影响

汽车最大转向角过大或过小，直接影响到汽车的操控性能。若汽车最大转向角过大，则其极限转弯半径变小，会引起转向系统工作过程各组成部件间的相互干涉；若汽车最大转向角过小，则其极限转弯半径增大，会导致汽车的操控性能变差。

### 3. 操作步骤

#### (1) 转向盘中间位置的调整

- 1) 保持汽车在平直的道路直线上行驶，进一步确认转向盘的中间位置是否正确。
- 2) 将汽车停放在平直的路面上，且保持直行状态。
- 3) 拆下转向盘紧固螺母，把转向盘取下。
- 4) 使汽车前轮保持直行状态，然后重新装上转向盘，注意转向盘紧固螺母的拧紧力矩。
- 5) 在平直的道路直线上使汽车保持直行行驶，检查转向盘的方向性是否正确。

#### (2) 转向力矩的检查操作

- 1) 将汽车停在干燥的平直路面上，拉紧驻车制动。
- 2) 起动发动机，预热转向助力液，使用预紧力矩扳手检查转向盘的转向力矩。
- 3) 如果该转向力矩大于原厂规定值，则应检查齿条的滑动力矩和油泵的卸放压力。

#### (3) 转向角的检查操作

在车轮前束检查后，检查转向角。

- 1) 将前轮放在转弯半径测量仪上，后轮放在支架上，举升汽车至一定位置。
- 2) 检查左、右车轮内侧和外侧的最大转向角。
- 3) 起动发动机，在发动机怠速运转的情况下，从一侧止点到另一侧止点转动转向盘，测量转向角。如果转向角的角度不在标准范围内，则测量齿条行程；如果齿条行程也不在标准范围内，则将转向机解体，再检查齿条行程。

4) 转向角一般不能调整，如果转向角与标准值不同，则应检查转向机、转向柱及前悬架等部件是否磨损过量或损坏；如果情况异常，则应更换故障零部件。

## 三、液压动力转向系统的检查操作与转向助力液的更换操作

### 1. 动力转向系统的定义

动力转向系统是指在驾驶人的控制下，借助于汽车发动机产生的动力或电动机的驱动力来实现车轮转向的系统。

### 2. 液压转向动力系统需定期检查的原因

只要发动机工作，液压动力转向系统的转向助力液就在液压系统中不断循环，随着汽车行驶里程的增加，转向助力液会出现颜色变深、浑浊现象，并在其内部产生气泡，而其使用性能也逐渐变差。因此，应按照维修手册的转向助力液更换周期完成相关操作项目。

### 3. 技术标准及要求

- 1) 转向助力液的更换周期一般为 40000km 左右。
- 2) 汽车正常运行时，其液压动力转向系统转向助力液的温度不应高于 80℃。
- 3) 传动带无裂纹、脱胶及老化等现象，松紧度以约 40N 的力用手从传动带的中间位置按下约有 10mm 的挠度为适。

### 4. 操作步骤

#### (1) 液压动力转向系统的常规检查

1) 转向助力液液面高度的检查在关闭发动机的情况下检查转向助力液的液面高度，确认转向助力液的液面高度在储液罐的 MAX 和 MIN 标记之间。转向助力液的液面高度不能超过 MAX 标记，如果转向助力液过多，则转向助力液会从盖中漏出来。

2) 转向助力液的泄漏检查，检查油管管路连接处是否有泄漏、开裂、损坏、松动或磨损，具体操作步骤如下：

① 让发动机运转，直到储液罐内的转向助力液温度达到 50 - 80℃，保持发动机怠速运转。

② 将转向盘从一侧止点转动到另一侧止点若干次。

③ 顺时针或逆时针转动转向盘，到达止点后停留 5s。检查是否有转向助力液泄漏。

注意：转向盘在止点停留的时间不要超过 15s；否则，可能会损坏液压泵。

④ 如果在油管接头处发现泄漏，松开并重新紧固油管螺母。紧固螺母如果拧得过紧，则会损坏 O 形圈、垫圈或油管接头。

3) 转向助力液质量的检查 将转向助力液蘸出，放在手上观察，要求其颜色无变深、无起泡和乳化以及无金属屑等，且气味正常，否则应提前更换。

4) 转向油泵传动带张紧力的检查 要求以约 40N 的力用手从传动带的中间位置按下，传动带约有 10mm 的挠度为适，且传动带无裂纹、脱胶及老化等情况。

#### (2) 转向助力液的更换操作

1) 将车辆停放在坚实的平直路面上，起动车辆运行，使储液罐内的转向助力液达到正常的工作温度。

2) 将发动机熄火，旋开加油螺塞，然后用专用工具将储液罐内的转向助力液全部抽出后，加注新的转向助力液直至达到正常的液面高度。

3) 运行发动机，按逆、顺时针方向将转向盘转到极限位置，使转向助力液充分流动，达到正常的转向助力液温度时使发动机停止运行。

4) 将发动机熄火，旋开加油螺塞，然后用专用工具将储液罐内的转向助力液全部抽出后，加注新的转向助力液到正常的液面高度，继续运行发动机。

5) 重复上述过程 2-3 次，当储液罐内转向助力液的颜色与新的转向助力液接近时，调整液面高度，操作完毕。

#### (3) 动力转向系统的放气操作

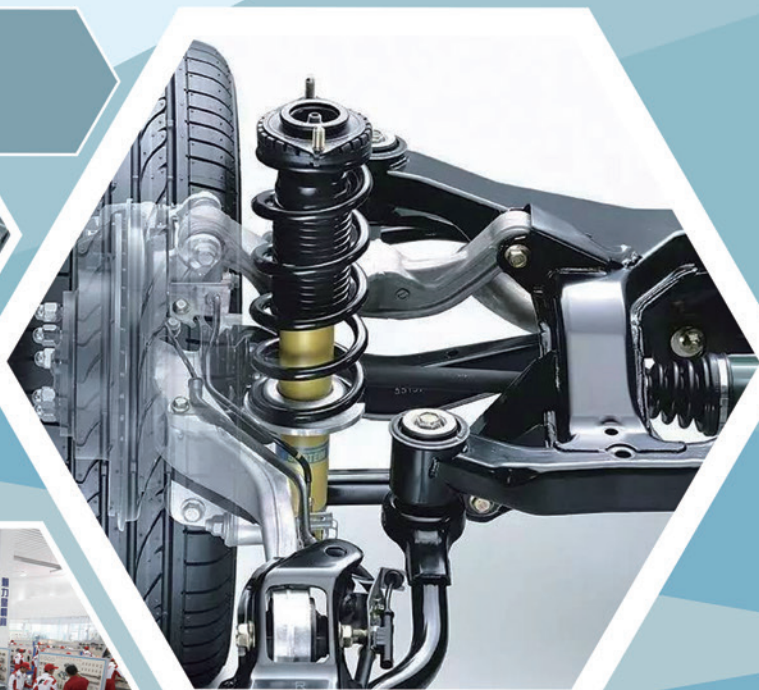
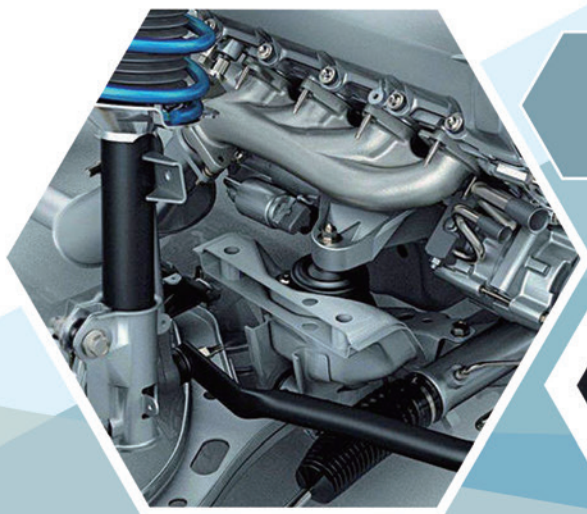
1) 将车辆停放在坚实的平直路面上，起动车辆运行，使储液罐内的转向助力液达到正常的工作温度。

2) 运行发动机，转动转向盘到达逆、顺时针方向的极限位置停留 3s，就能将动力转向系统中的气体放出。

3) 放气操作完毕，注意检查调整储液罐内转向助力液的液面高度。

# 第5章

## 制动系统



1. 了解行车制动和驻车制动结构及各部件作用
2. 掌握制动总泵、制动分泵、轮式制动器、盘式制动器的拆装与检测
3. 掌握制动系统的排气方法



## 第一节 概 述

驾驶员根据道路和交通情况，利用装在汽车上的一系列专门装置，迫使路面在汽车车轮上施加一定的与汽车行驶方向相反的外力，对汽车进行一定程度的强制制动。这种可控制的对汽车进行制动的外力称为制动力，用于产生制动力的一系列专门装置称为制动系统。

### 一、制动系的功用

使行驶中的汽车减速甚至停车，使下坡行驶的汽车速度保持稳定，以及使已停驶的汽车保持不动，这些作用统称为汽车制动。汽车制动系是指在汽车上设置的一套（或多套）能由驾驶员控制的，产生与汽车行驶方向相反外力的专门装置。其作用是：使行驶中的汽车按照驾驶员的要求进行适时减速、停车或驻车，以及保持汽车下坡行驶速度的稳定性。

### 二、制动系的组成

任何制动系都由以下四部分组成：

#### 1. 供能装置

供能装置包括供给、调节制动所需能量以及改善传能介质状态的各种部件。人的肌体可做制动能源。

#### 2. 控制装置

控制装置包括产生制动动作和控制制动效果的各种部件，如图 5-1-1 中的制动踏板。

#### 3. 传动装置

传动装置包括将制动能量传输到制动器的各个部件及管路，如图 5-1-1 中的制动主缸、轮缸及连接管路。

#### 4. 制动器

制动器是产生阻碍车辆运动或运动趋势的力的部件。一般通过固定元件与旋转元件工作表面之间的摩擦作用来实现。较完善的制动系还具有制动力调节装置、报警装置、压力保护装置等附加装置。

### 三、制动系统的类型

#### 1. 按制动系统的功用分类

- (1) 行车制动系：使行驶中的汽车减低速度甚至停车的一套专门装置，通常由驾驶员用脚操纵。
- (2) 驻车制动系：使已停驶的汽车驻留原地不动的一套装置，通常由驾驶员用手操纵。
- (3) 应急制动、安全制动和辅助制动系：应急制动装置是用独立的管路控制车轮的制动器作为备用系统，其作用是当行车制动装置失效的情况下保证汽车仍能减速或停车。安全制动装置是当制动气压

不足时起制动作用，使车辆无法行驶。

(4) 辅助制动系：为了长坡时减轻制动器的磨损而设，其中利用发动机排气制动应用最广。

## 2. 按制动系统的制动能源分类

(1) 人力制动系统：以驾驶员的肌体作为唯一制动能源的制动系统。

(2) 动力制动系统：完全依靠发动机的动力转化成成的气压或液压进行制动的制动系统。

(3) 伺服制动系统：兼用人力和发动机动力进行制动的制动系统。目前所有汽车都采用双回路制动系统，如轿车的左前轮和右后轮共用一条制动回路、右前轮和左后轮共用另一条制动回路，当一个回路失效时，另一个回路仍能工作，这样有效提高了汽车的行车安全性。

## 四、制动系统的工作原理

### 1. 基本结构

图 5-1-1 所示为一简单的液压制动系，制动鼓固定在轮毂上并随车轮一起旋转，其内圆柱面为工作表面。

在固定不动的制动底板上装有两个固定的支撑销，两块外圆面铆有摩擦片的弧形制动蹄下端装在支撑销上，制动蹄可沿支撑销轴线转动。制动蹄上端用复位弹簧拉紧并压靠在制动轮缸内的活塞上。制动轮缸装在制动底板上，用油管与装在车架上的制动主缸相连，主缸中的活塞可由驾驶员通过制动踏板来操纵。

### 2. 制动作用的产生

行驶的汽车要实现减速、停车，必须借助路面强制地对汽车车轮产生行驶方向相反的外力，即制动力。

不制动时，制动鼓的内圆柱面与摩擦片之间保留一定的间隙，使制动鼓可以随车轮一起旋转。

制动时，驾驶员踩下制动踏板，推杆便推动制动主缸活塞，迫使制动油液经油管进入制动轮缸，油液压力使制动轮缸活塞克服复位弹簧的拉力推动制动蹄绕支撑销转动，上端向外张开，消除制动蹄与制动鼓之间的间隙后压紧在制动鼓上。

这样不旋转的制动蹄摩擦片对旋转着的制动鼓就产生一个摩擦力矩  $M_u$  其方向与车轮旋转方向相反，其大小取决于制动轮缸活塞的张开力、制动蹄鼓间的摩擦系数及制动鼓和制动蹄的尺寸。

制动鼓将力矩  $M_u$  传至车轮，由于车轮与路面的附着作用，车轮即对路面作用一个向前的周向力  $F_A$ ，同时，路面也给车轮一个向后的切向反作用力  $F_B$ ，即车轮受到的路面制动力。各车轮所受路面制动力之和就是汽车受到的总制动力，它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，制动力越大，减速度越大。

放松制动踏板，在复位弹簧作用下，制动蹄与制动鼓的间隙又得以恢复，从而解除制动。

### 3. 对制动系的基本要求

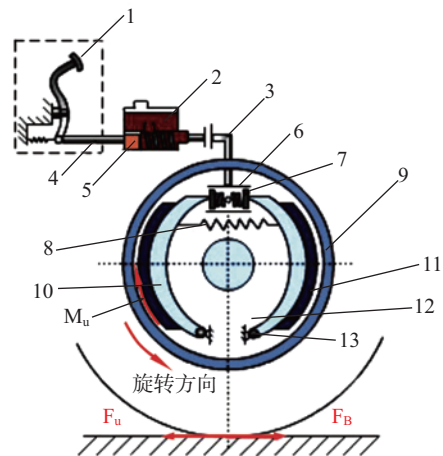
为了保证汽车在安全的条件下发挥其高速行驶的能力，制动系统必须满足下列要求：

(1) 具有良好的制动性能。制动性能包括制动效能、制动效能的恒定性、制动时的方向稳定性 3 个方面。制动效能的评价指标有制动距离、制动减速度、制动力和制动时间。制动效能的恒定性指抗“热衰退”和抗“水衰退”能力。制动时的方向稳定性是指制动时保持原有行驶方向的能力，即不跑偏、不侧滑。

(2) 操纵轻便。

(3) 制动平顺性好。制动力矩能迅速而平稳的增加，也能迅速而彻底的解除。

(4) 对有挂车的制动系，还要求挂车的制动作用略早于主车；挂车自行脱钩时能自动进行应急制动。



- |         |            |
|---------|------------|
| 1- 制动踏板 | 7- 轮缸活塞    |
| 2- 储油罐  | 8- 制动蹄复位弹簧 |
| 3- 制动主缸 | 9- 制动鼓     |
| 3- 油管   | 10- 制动蹄    |
| 4- 推杆   | 11- 摩擦片    |
| 5- 主缸活塞 | 12- 制动底板   |
| 6- 制动轮缸 | 13- 支撑销    |

图 5-1-1 制动系统工作原理示意图

# 2 第二节 行车制动系统

## 一、行车制动器系统分类和组成

行车制动系统可分为：气压式制动系统和液压制动系统。

### 1. 气压式制动系统组成

气压式制动系统一般由车轮制动器、制动管路、储气罐、制动总泵、气泵等组成。如图 5-2-1 所示为液压式制动系统组成。

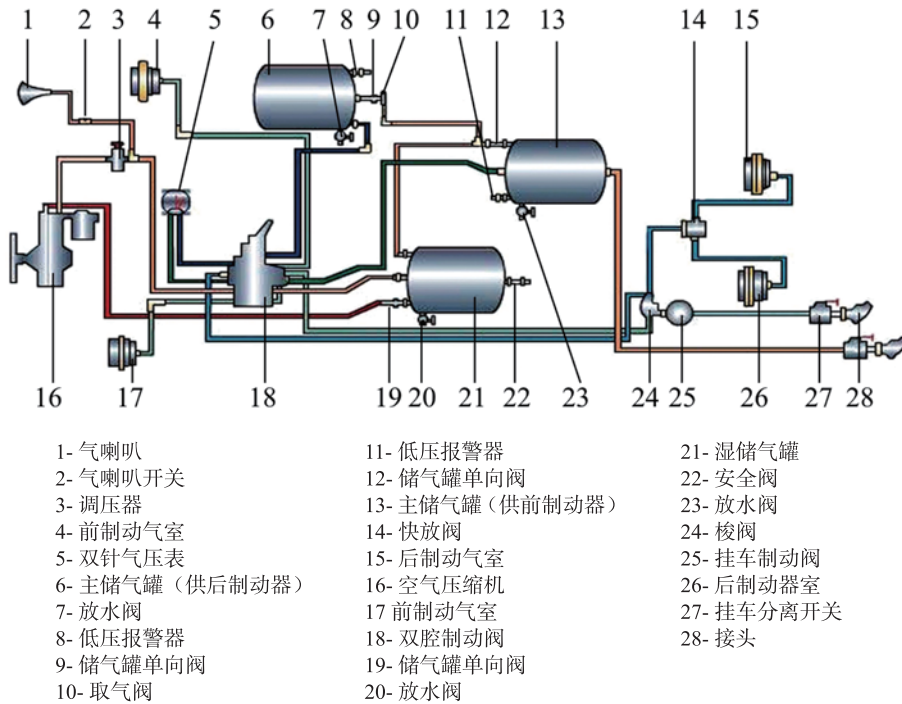


图 5-2-1 气压制动系统示意图

### 2. 液压制动系统组成

液压式制动系统一般由车轮制动器、制动管路、制动主缸（刹车总泵）、储液罐以及真空助力泵等组成，如图 5-2-2 所示。

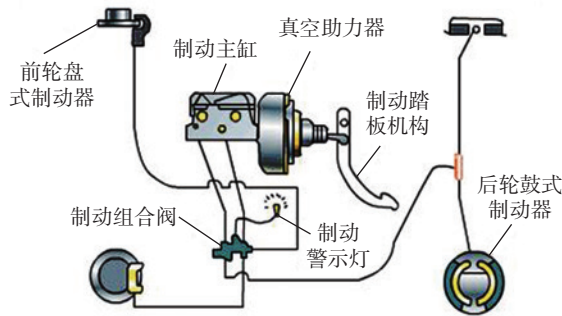


图 5-2-2 液压制动系统示意图

## 二、制动液

汽车制动液又叫刹车油，是用于汽车液压制动系统传递压力、制止车轮转动的介质。它在液压制动系统中，能使各种类型的汽车在酷暑或严寒的季节以及高速、重负荷、大功率、频繁制动的条件下保持制动灵活、有效、可靠。

### 1. 要求制动液具有如下性能

- (1) 工作环境温度发生变化时，制动液的性质不会发生明显的物理化学变化。
- (2) 与系统的橡胶配件接触，橡胶配件不产生软化、溶胀、溶解、和紧缩现象。
- (3) 不腐蚀制动系统的各种金属零部件。
- (4) 有适宜的粘度，低温下也有良好的流动性。

### 2. 制动液的类型

配制制动液的原料比较多，目前大体上分 3 种类型：醇型、矿物油型及合成型。

#### (1) 醇型制动液

醇型制动液是由精制的蓖麻油 45% ~ 55% 和低碳醇（乙醇或丁醇）55% ~ 45% 调配而成，经沉淀获得无色或浅黄色清彻透明的液体，即醇型汽车制动液。蓖麻油加乙醇为醇型 1 号，蓖麻油加丁醇为醇型 3 号。醇型制动液的原料容易得到，合成工艺简单，产品润滑性好；缺点是沸点低，低温时性质不稳定。醇型 1 号在 45℃ 以上出现乙醇蒸气，产生气阻；在 -25℃ 时蓖麻油呈乳白色并有胶状物析出，而且随温度降低而增加，容易堵塞制动系统，使制动系统沉重或失灵。在醇型 3 号皮碗试验中发现，制动液颜色稍变深，丁醇稍有溶解腐蚀橡胶的现象，在 -28℃ 时也有白色沉淀物析出。在严寒的冬季和炎热的夏季，汽车不宜使用醇型或改进的醇型制动液，目前醇型制动液正在被合成型制动液所代替。

#### (2) 矿物油型制动液

矿物油型制动液是以精制的轻柴油馏分经深度脱蜡然后添加稠化剂、抗氧化剂等化学制剂调合而成。矿物油型制动液无统一的质量标准，多采用企业标准。按企业标准生产的 7 号、9 号矿物油型制动液外观为红色透明液体，具有低温流动性好的特点。矿物油型制动液温度适应范围很宽，可从 -50℃ ~ 150℃，低温流动性和润滑性好，对金属无腐蚀作用。它对制动系统的橡胶零部件有溶解作用，使用这种类型的制动液时，必须换用耐矿物油的橡胶零部件。

#### (3) 合成型制动液

合成型制动液是以有机溶剂中醇、醚和酯为基础，加入添加剂调制而成。国内外厂家多采用乙二醇醚、二乙二醇醚、三乙二醇醚、水溶性聚醚等。合成制动液的成分比较复杂，性质差异很大。

合成型制动液通常工作温度范围较宽，对橡胶零件的溶胀率小，黏度随温度的变化平稳，对金属有微弱的腐蚀性。它适用于高速、大功率、重负荷和制动频繁的汽车，在我国各地一年四季均可使用，将逐渐成为通用型制动液。

### 3. 选用制动液的注意事项

选用制动液应注意的具体事项如下：

- (1) 选用制动液时首先看说明书或标签上的说明，是什么类型，有无质量标准和质量指标。若没

有标注这些内容则不能使用，而只标有类型的应慎用。各汽车厂家的车辆使用手册上明确标有制动液的使用型号，要严格按照说明手册进行制动液的使用。

(2) 醇型制动液的工作温度范围相对较窄，对温度变化适应性差，换油周期短，高速、大功率、重负荷和制动频繁的汽车不能用。有的合成型制动液温度范围在  $-60^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$  之间，低温下黏度比较小，非常适合于严寒地区冬季使用。

(3) 如果汽车制动系统的橡胶零件是耐油的，应优先选用矿物油型，它不受地区、季节和车型的限制、润滑性好、无腐蚀作用、换油周期长。但制动系统橡胶零件若是不耐油的，则不能使用。

(4) 合成型制动液型号很多，颜色各异，选用时必须注意其质量指标中的温度范围，常温和低温下的粘度、透明度、有无沉淀和异味。

(5) 不同类型的制动液由于成分不同，混合后可能发生反应，分层或沉淀，堵塞制动系统，以致失去作用，因此制动液不允许混用。

(6) 制动液都是由有机溶剂制成的，它易挥发、易燃，在灌装和保存时应远离火源，防止日晒雨淋，用后把瓶盖紧防止吸水变质。

注意：不同型号的制动液严禁混用！

### 三、制动液量的监测

制动器报警灯的原理图如图 5-2-3 所示，点火开关接通时为制动器报警灯提供电源。当制动液液位降低时内置的永磁磁环的浮子同时下降，液位传感器内的舌簧开关闭合使制动报警器灯搭铁，制动报警灯点亮提示制动系统有故障。另外在停车时，制动器报警灯在驻车制动开关闭合时也点亮，关联在舌簧开关上的电阻器是为了防止烧坏开关触点而设置的。

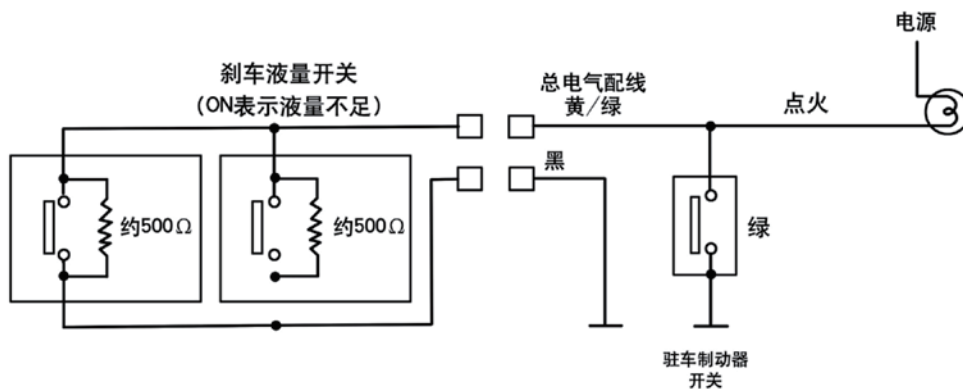


图 5-2-3 制动器报警电路

制动液面报警灯开关装在制动主缸的储液罐内，如图 5-2-4 所示。外壳的外面套装着浮子，浮子上固定有永久磁铁，外壳内部装有舌形开关，舌形开关的两个接线柱与报警灯和电源相连，当制动液面在规定值以上时浮子浮在靠上的位置，永久磁铁的吸力不足，舌形开关在自身的弹力作用下保持断开的状态；当制动液面下降到一定值时浮子位置下降，舌形开关在永久磁铁吸力作用下闭合，报警灯点亮。

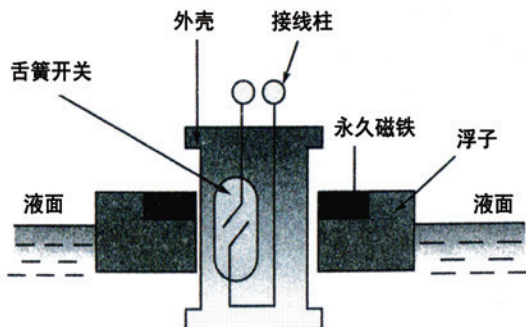


图 5-2-4 制动液面报警开关

## 四、车轮制动器

目前各类汽车所用的摩擦制动器可分为鼓式制动器和盘式制动器两大类。前者的摩擦副中的旋转元件为制动鼓，其工作面为圆柱面；后者的旋转元件为圆盘状的制动盘，其工作面为圆盘端面。

旋转元件鼓装在车轮或半轴上，即制动力矩分别作用于两侧车轮上的制动器称为车轮制动器。旋转元件鼓装在传动系的传动轴上，其制动力矩须经过驱动桥再分配到两侧车轮上的制动器称为中央制动器。车轮制动器一般用于行车制动，部分汽车的后轮制动器兼用于驻车制动。中央制动器一般只用于驻车制动。

### 1. 鼓式车轮制动器

鼓式车轮制动器有内张型和外束型，前者以制动鼓的内圆柱面为工作表面，在汽车上应用广泛。按张开机构不同，鼓式车轮制动器又可分为轮缸式车轮制动器、凸轮式车轮制动器和楔式车轮制动器；根据制动过程中两制动蹄产生制动力矩的不同，鼓式车轮制动器可分为领从蹄式、双领蹄式、双向双领蹄式、双从蹄式、单向自增力式和双向自增力式等几种形式。

#### (1) 轮缸式车轮制动器

##### 1) 领从蹄式制动器

图 5-2-5 所示为领从蹄式制动器示意图，其结构特点是两制动蹄的支撑点都位于蹄的一端，两支撑点与张开力作用点的布置都是轴对称式；轮缸中两活塞的直径相等。汽车前进时制动鼓按图示箭头方向旋转，当汽车制动时，前后制动蹄在制动轮缸活塞推力作用下分别绕其下端的支点旋转，由于前蹄在张开时的旋转方向与制动鼓旋转方向相同，称之为领蹄。反之，后蹄的张开方向与制动鼓旋转方向相反，称之为从蹄。

在制动过程中，制动鼓对两制动蹄作用的微元法向反力和切向反力可分别等效为  $N_1$ 、 $N_2$  和  $T_1$ 、 $T_2$ ，为解释方便，假设力的作用点如图所示。两蹄上的这些力分别由其支点的支撑反力  $S_1$ 、 $S_2$  所平衡。由图可见，领蹄上的切向合力的作用结果使领蹄在制动鼓上压得更紧，表明领蹄具有“增势”作用。与此相反，从蹄具有“减势”作用。因此，虽然领从蹄所受促动力  $F_S$  相等，但由于  $N_1 > N_2$ ，领从蹄所产生的制动力矩不等，一般情况下领蹄产生的制动力矩约为从蹄制动力矩的 2~2.5 倍。倒车制动时，制动鼓旋转方向相反，后蹄变成领蹄，前蹄变成从蹄，但整个制动器的制动效能还是同前进制动时一样，这个特点称为制动器的制动效能“对称”。

领从蹄式制动器存在两个问题：其一是在两蹄摩擦片工作面积相等的情况下，由于领蹄与从蹄所受法向反力不等，领蹄摩擦片上的单位压力较大，因而磨损较严重，两蹄寿命不等。其二是由于制动蹄对制动鼓施加的法向力不相平衡，则两蹄法向力之和只能由车轮轮毂轴承的反力来平衡，这就对轮毂轴承造成了附加径向荷载，使其寿命缩短。凡制动鼓所受来自两蹄的法向力不能互相平衡的制动器称为非平衡式制动器。

传统的领从蹄式车轮制动器。该车轮制动器包括固定部分、旋转部分、张开机构、定位调整机械 4 大部分，其结构如图 5-2-6 所示。

固定部分为制动底板和制动蹄。冲压成形的制动底板用螺栓与后驱动桥壳上的凸缘连接。制动底板外缘的翻边扣在制动鼓的敞口端，并有一定的缝隙，从而在不妨碍制动鼓转动的情况下减少泥水和灰尘的侵入，使摩擦表面保持干净。前后两制动蹄用钢板焊接而成 T 形截面，蹄腹板下端孔分别与支撑销上的偏心轴颈作间隙配合，上端顶靠在轮缸的活塞顶块上。制动蹄的外圆面上，用埋头铝铆钉铆接摩擦片，铆钉头部埋入深度约为新摩擦片厚度的一半。为了提高摩擦片的利用率，有的轻型车采用树脂胶黏剂将摩擦片与制动蹄黏结。摩擦片一般用石棉纤维及其他物质混合压制而成。

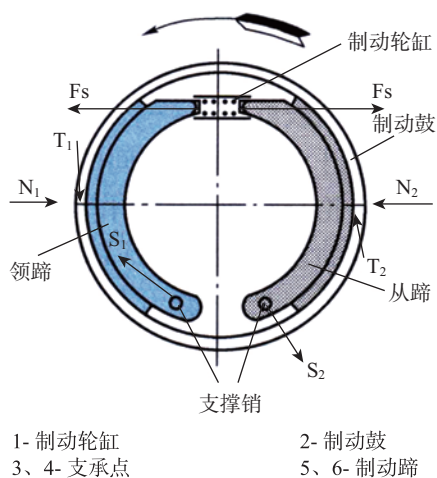


图 5-2-5 领从蹄式制动器示意图

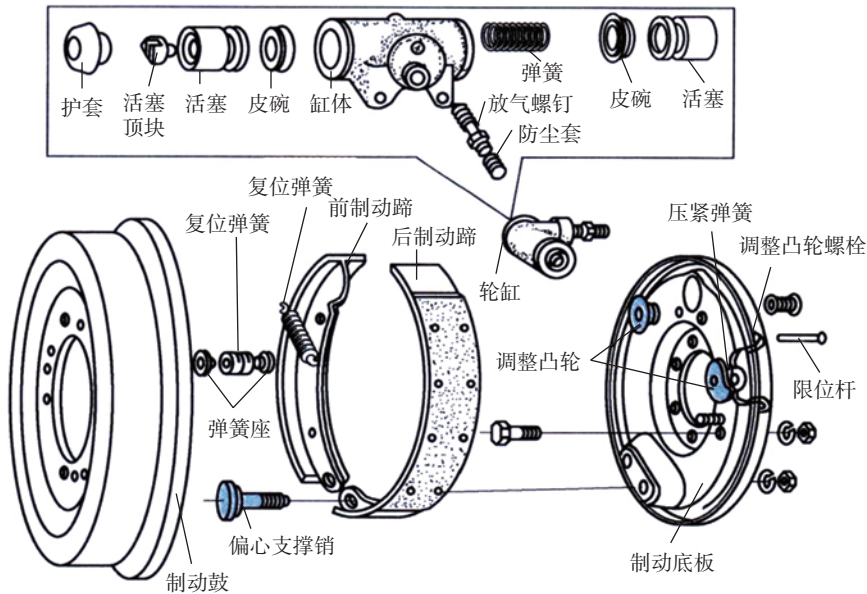


图 5-2-6

作为旋转部分的制动鼓用耐磨的灰铸铁制成，它以鼓盘中部的止口和端面定位，并用螺栓固定在车轮轮毂的凸缘上，随同车轮旋转。在制动鼓敞口端的外圆柱面上制有凸起的加强盘，防止在制动蹄压向制动鼓时制动鼓变成喇叭口形状。制动鼓腹板边缘处开有一个检查孔，用以检查制动蹄摩擦片与制动鼓之间的间隙，这一间隙以下简称为制动间隙。

张开机构主要元件为轮缸，用螺钉固定在制动底板上。顶块与活塞压合为一体，制动蹄腹板的上端嵌入顶块的直槽中，制动蹄靠活塞在轮缸内的位移来张开。两个活塞的直径相同，故液压张开机构使两个蹄片张开的推力始终相等。为防止在连续制动时制动鼓产生的高温对轮缸的热辐射，减小使制动液汽化的可能，有些轮缸的外面装有一个隔热罩。

定位调整机构用以保持和调整制动蹄和鼓正确的相对位置。制动底板上装有两个调整凸轮，用压紧弹簧使凸轮固定在调整好的任何位置上。调整凸轮的工作表面由许多首尾相连的内凹圆弧组成。两制动蹄由复位弹簧拉紧，并以焊接在腹板上的锁销靠紧在凸轮工作面的某一圆弧槽中，这样可更好地保持凸轮的正确位置和制动器间隙。限位杆用穿过制动底板和制动蹄腹板上的大孔将弹簧压缩，使制动蹄的腹板紧靠在限位杆的端部，以防止制动蹄轴向窜动。制动器在不工作时，制动蹄与制动鼓之间应有合适的间隙，即制动器间隙，其设定值由汽车制造厂规定，一般在  $0.25 \sim 0.5\text{mm}$  之间。在使用过程中制动间隙将发生变化，为确保制动器的正常工作，需对其间隙进行调整。传统的领从蹄式制动器有两处调整部位：一处是调整凸轮，转动调整凸轮可使制动蹄内外摆动；另一处是制动蹄的偏心支撑销，转动偏心支撑销，可使蹄上下、内外移动，不仅能改变制动器间隙，还能使摩擦副的实际工作区域发生变化，有利于蹄鼓全面贴合。在支撑销的尾端有偏心支撑销的轴线偏移标记，两标记相对时为制动蹄收拢到最小位置。

图 5-2-7 所示为桑塔纳轿车的后轮制动器。制动底板用螺栓固定在后桥轴端支撑座上，制动轮缸用螺钉固定在制动底板上方。制动蹄采用了浮式支撑，制动蹄稳定销、稳定弹簧及弹簧座将制动蹄紧压在制动底板的带储油孔的支撑平面上，防止制动蹄轴向窜动。制动蹄的两端做成圆弧形，制动蹄复位弹簧分别将两个制动蹄上端贴靠在制动轮缸左右活塞带耳槽的支撑块上，下端贴靠在制动底板上的支撑座上，并用止挡板轴向限位，制动蹄可以沿支撑座和轮缸活塞的支撑块作一定的浮动。制动蹄可以自动定心，以保证与制动鼓全面接触。前制动蹄上固定有斜楔支撑，它用来支撑调节间隙用的楔形调节块。摩擦衬片用空心铆钉与制动蹄铆接在一起，铆钉头端埋入摩擦片中，深度约为新摩擦片的  $2/3$ 。

驻车制动杠杆上端用平头销与后制动蹄相连，其上部卡入驻车制动推杆右端的切槽中，作为中间支点，下端做成钩形，与驻车制动钢索相连。前、后制动蹄的腹板卡在驻车制动推杆两端的切槽中。

驻车制动时，将车厢内的驻车制动杆拉到制动位置，制动钢索将制动杠杆下端向前拉，使之绕上端支点（平头销）转动，制动杠杆在转动过程中，其中间支点推动驻车制动推杆向左移动，将前制动蹄压向制动鼓，直到前制动蹄压到制动鼓后，推杆停止移动，则制动杠杆的中间支点成为继续转动的新支点，

于是制动杠杆的上端右移，使后制动蹄压靠到制动鼓上。钢索拉得越紧，摩擦片对制动鼓的压力也越大，制动鼓与摩擦片之间产生的摩擦力矩也越大。解除驻车制动时，松开驻车制动杆，在复位弹簧的作用下，制动杆、制动蹄均回复原位。

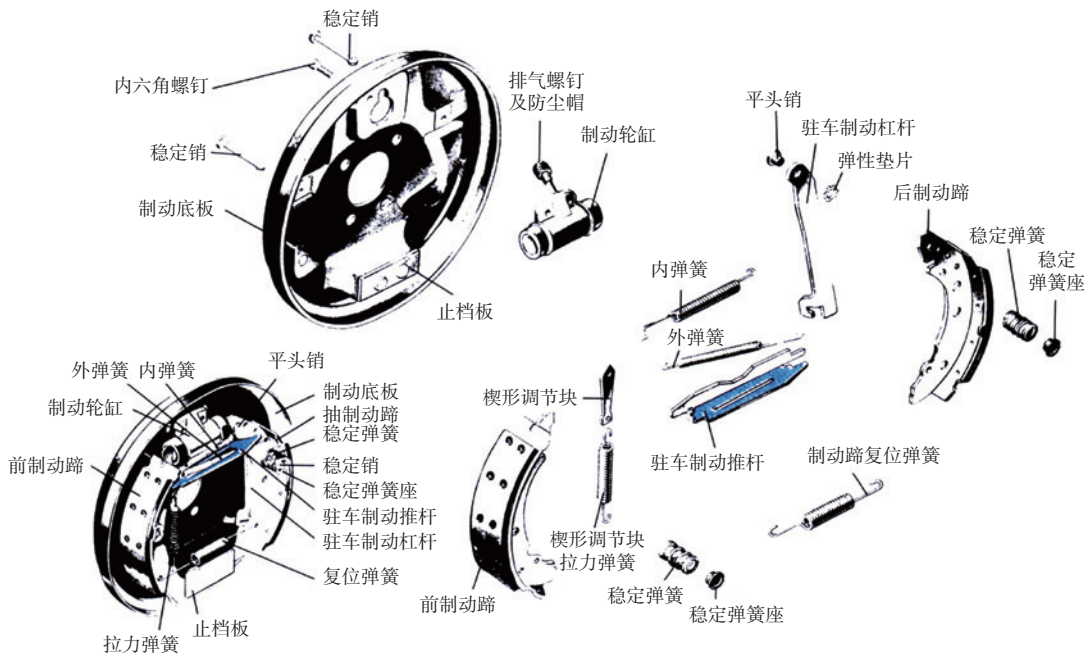


图 5-2-7

桑塔纳轿车后轮制动器的制动间隙是自动调整的，在装配时不需要调整间隙，只需在安装到汽车上后经过一次完全制动，即可以将间隙调整到设定值。如图 5-2-7 所示，驻车制动推杆内弹簧的左端钩在前制动蹄的腹板上，而右端则钩在推杆的右弯舌上，弹簧弹力将间隙自调装置的楔形调节块紧紧压靠在前制动蹄的斜楔支撑上，即将推杆紧压在前制动蹄上。驻车制动推杆外弹簧左端钩在推杆的左弯舌上，而右端钩在后制动蹄的腹板上，在弹簧弹力作用下，驻车制动杠杆顶靠在推杆右端缺口左端，在驻车制动推杆与右端缺口右端有一个间隙  $S$ ，该间隙为制动器设定间隙，如图 5-2-8 所示。在正常制动间隙下制动时，位于驻车制动推杆内弹簧的刚度设计得比外弹簧大，外弹簧被拉伸，内弹簧不被拉伸，所以驻车制动推杆始终压住楔形块与制动蹄一起向左运动。驻车制动杠杆用平头销压铆在制动蹄的腹板上，可以绕销轴自由摆动。

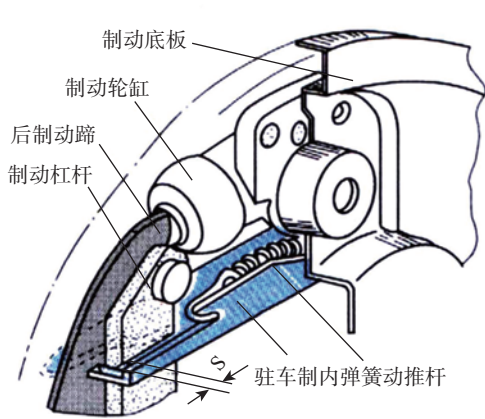


图 5-2-8

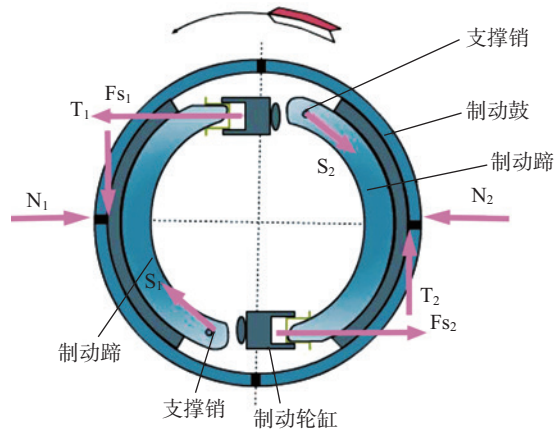


图 5-2-9

在蹄转动时，随着制动间隙增加（由磨损引起），制动杠杆与推杆原接触处逐渐分开，而与推杆右端缺口的右端距离则越来越小，但是只要制动间隙不超过  $S$  值，制动杠杆就不会与推杆右端缺口的右端

接触，在这种情况下不会发生间隙调整。

当制动间隙增加超过  $S$  时进行行车制动，活塞推动前制动蹄向左方向转动，这时在内弹簧作用下带动楔形块和制动压杆向左移动。而后制动蹄向右方向转动时制动杠杆移动了  $S$  距离后将与推杆右端缺口右端接触，驻车制动杠杆带推杆一起向右移动，内弹簧被拉伸，这样推杆和楔形块之间便产生了间隙。在楔形块拉力弹簧的作用下，将楔形块往下拉，直到消除间隙。解除制动时，在制动蹄复位弹簧的作用下虽然制动蹄要复位，但由于楔形块已下行填补了超过间隙  $S$  部分的间隙，因此左右制动蹄已不可能恢复到制动前的位置。于是原来由于磨损变大的制动间隙便得到了补偿，恢复到初始的设置值。制动时，这个过程反复进行，实现了制动间隙的自动调整。

2) 双领蹄式和双向双领蹄式制动器。如图 5-2-9 所示，在汽车前进制动时，两蹄均为领蹄的制动器称为双领蹄式制动器，其结构特点是两个制动蹄各用一个单活塞的轮缸，且两套制动蹄、制动轮缸、偏心支撑销和调整凸轮等在制动底板上的布置是中心对称的。

如图 5-2-10 所示为双领蹄式前轮制动器。两制动蹄各用一个单活塞式轮缸，且两套制动蹄、轮缸、支撑销和调整凸轮等在制动底板上的布置是中心对称的，两个轮缸通过连接油管连通，使其中油压相等。这样，在前进制动时，两蹄都是领蹄，制动器的效能得到提高。但在倒车制动时，两蹄均为从蹄，制动器的制动效能降低。

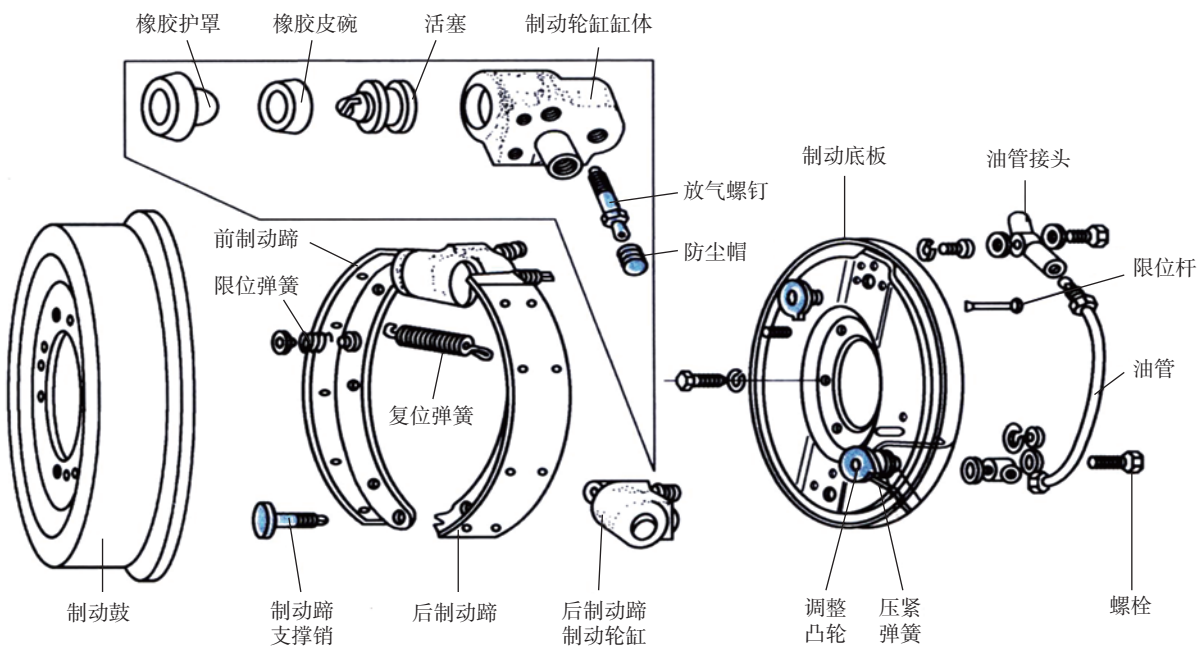


图 5-2-10

可以设想，在倒车制动时，如果能使上述制动器的两个制动蹄的支撑点和张开力作用点互换位置，就可以得到与前进制动时相同的制动效能，无论是全进制动还是倒车制动，两制动蹄都是领蹄的制动器称为双向双领蹄式制动器，如图 5-2-11 所示。双向双领蹄在结构上有三个特点：一是采用两个双活塞式制动轮缸；二是两制动蹄的两端都采用浮式支撑，且支点的周向位置也是浮动的；三是制动底板上的所有固定元件如：制动蹄、制动轮缸、复位弹簧等都是成对的，而且按轴对称布置。

3) 双从蹄式制动器。前进制动时两制动蹄均为从蹄的制动器称为双从蹄式制动器，如图

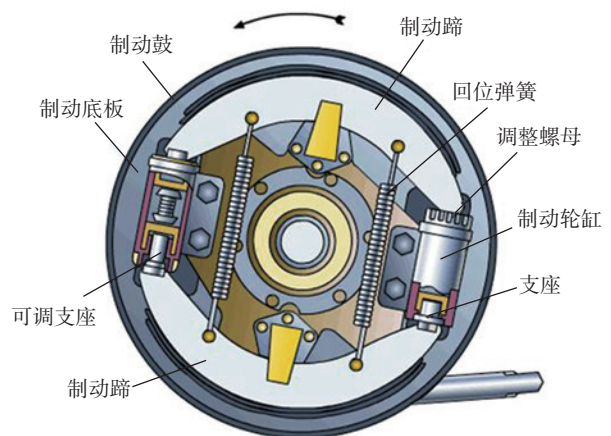


图 5-2-11

5-2-12 所示。这种制动器与双领蹄式制动器结构很相似，二者的差异只在于固定元件与旋转元件的相对运动方向不同。虽然双从蹄式制动器的前进制动效能低于双领蹄式和领从蹄式制动器，但其效能对摩擦系数变化的敏感程度较小，即具有良好的制动效能稳定性。

双领蹄、双向双领蹄、双从蹄式制动器的固定元件布置都是中心对称的。如果间隙调整正确，则其制动鼓所受两蹄施加的两个法向合力能互相平衡，不会对轮毂轴承造成附加径向荷载。因此，这 3 种制动器都属于平衡式制动器。

4) 自增力式制动器。自增力式制动器可分为单向自增力式制动器和双向自增力式制动器两种。单向自增力式制动器只在前进方向起增力作用，而在倒车制动时制动效能还不及双从蹄式制动器，已很少采用。双向自增力式制动器在车轮正向和反向旋转时均能借助制动蹄与制动鼓的摩擦起自动增力作用。

如图 5-2-13 所示，两制动蹄浮动支撑在制动底板上，下端以浮动的可调推杆连接，上端在复位弹簧拉紧力作用下靠紧固定在制动底板上的支撑销。

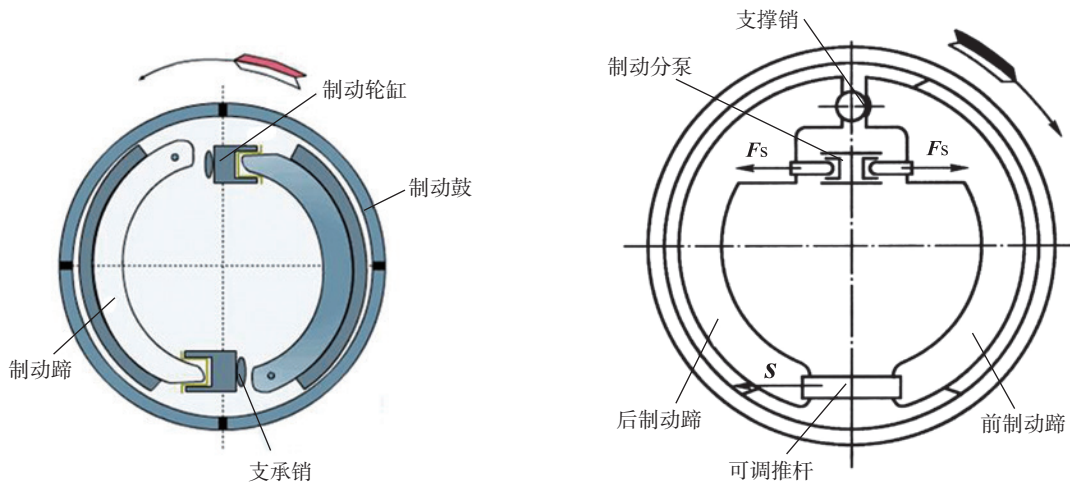


图 5-2-12

图 5-2-13

汽车前进制动时，轮缸活塞在两蹄上施加大小相等、方向相反的张开力  $F_s$  使两制动蹄向外张开压向制动鼓（此时两蹄上端都离开支撑销），当制动蹄与旋转的制动鼓接触后，在摩擦力矩作用下制动鼓带动两蹄沿旋转方向转动，直到后蹄顶靠到支撑销上为止，然后蹄与鼓进一步压紧。此时，后蹄处于增力状态，因为后蹄的压紧力包括轮缸的张开力  $F_s$  前蹄对后蹄的推力  $S$ ，且由于前蹄的助势作用，经浮动的推杆施于后蹄下端的推力  $S$  比张开力  $F_s$  大 2 ~ 3 倍。

倒车制动时作用过程相反，作用原理相同，后蹄为助势蹄，前蹄起增力作用。故称这种制动器为双向自增力式制动器。考虑到前进制动比倒车制动机会多、负荷大，为使蹄片磨损均匀，一般后蹄摩擦片做得较长。

综上所述，各种轮缸式制动器各有利弊。就制动效能而言，在基本结构参数相同的条件下，自增力式制动器对摩擦助势的效果利用最为充分，产生的制动力矩最大，依次是双领蹄式制动器和领从蹄式制动器。

自增力式制动器的构造较复杂，两制动蹄对制动鼓的法向力和摩擦力是不相等的，属于非平衡式制动器；在制动过程中，自增力式制动器的制动力矩增长急促，制动平顺性差；此外，由于是靠摩擦增力，对摩擦系数的依赖性很大，一旦制动器沾水、沾油后制动效能明显下降，制动性能不稳定。

领从蹄式制动器虽然制动效能较低，但有结构简单、制造成本低、制动效能受摩擦系数的影响相对较小、制动较平顺等优点，目前使用仍较广泛。双领蹄式制动器的制动效能、制动稳定性及平顺性都介于两者之间，其特有优点是具有两个对称的轮缸，最宜布置双回路制动系统。

#### (2) 凸轮式车轮制动器

目前，气压制动系的车轮制动器一般采用凸轮式张开装置，且设计成领从蹄式。

凸轮式前轮制动器如图 5-2-14 所示。前后两制动蹄用可锻铸铁制成，均以下端支撑孔与支撑销的偏心轴颈间隙配合，并用挡板及锁销轴向限位。不制动时由复位弹簧把制动蹄上端支撑面拉靠到制动凸轮轴的凸轮上，凸轮与轴制成一体，多为中碳钢，其表面经高频淬火处理，以提高其耐磨性。制动凸轮

轴通过支座固定在制动底板上，其尾部花键轴插入制动调整臂的花键孔中。为了减少凸轮轴与支座之间的摩擦，在支座的两端装有青铜衬套或粉末冶金衬套，有润滑油嘴可定期进行润滑。在衬套外端装有密封垫圈，并用止推垫和调整垫片限制和调整凸轮轴的轴向窜动量。

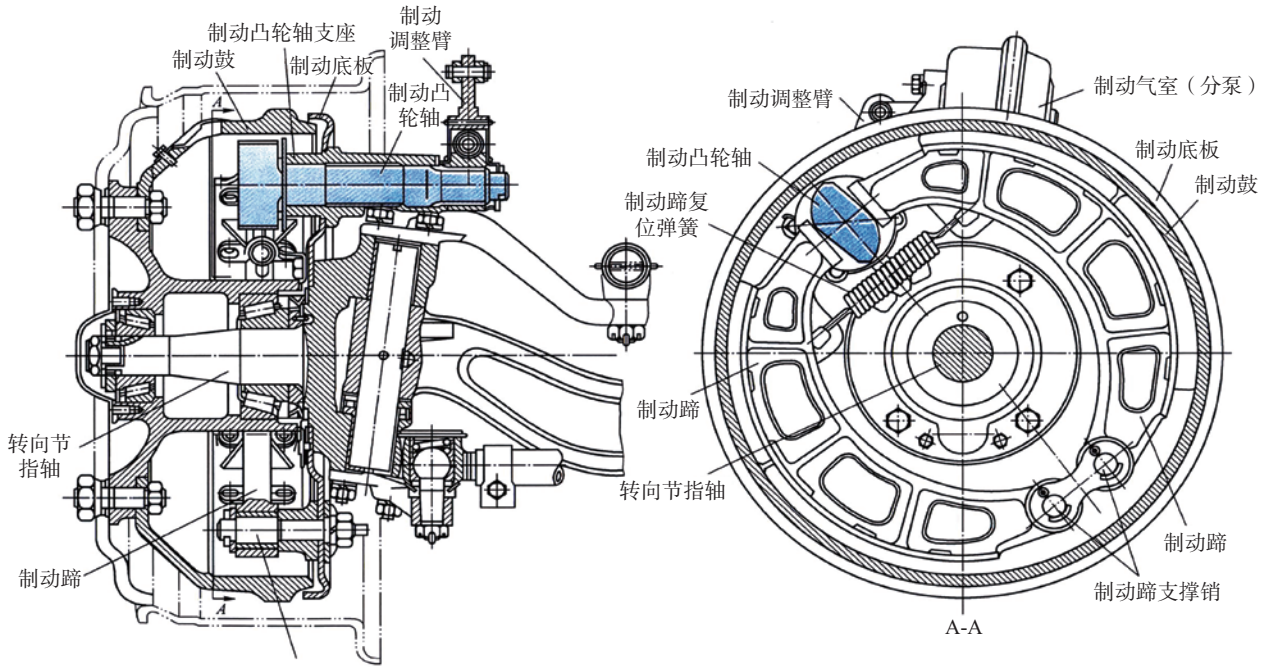


图 5-2-14

制动时，制动调整臂在制动气室的推动下，带动制动凸轮轴转动，凸轮便迫使两制动蹄张开并压靠在制动鼓上，产生制动作用。由于凸轮的工作表面轮廓中心对称，且凸轮只能绕固定的轴线转动而不能移动，故当凸轮转过一定的角度时，两蹄张开的位移是相等的。在蹄与鼓之间摩擦力的作用下，前蹄（助势蹄）力图离开制动凸轮，而后蹄（减势蹄）却更加靠紧制动凸轮，造成凸轮对助势蹄的张开力小于减势蹄。从而使两蹄所受到的制动鼓的法向反力近似相等。但由于这种制动器结构上不是中心对称，两蹄作用于制动鼓的法向等效合力虽然大小近似相等，但其作用线存在一不大的夹角而不在一条直线上，不可能相互平衡。故这种制动器仍是非平衡式的。

## 2. 盘式制动器

盘式制动器主要有钳盘式和全盘式两种，其中前者更常用。钳盘式制动器的旋转元件是制动盘，固定元件是制动钳，如图 5-2-15 所示。

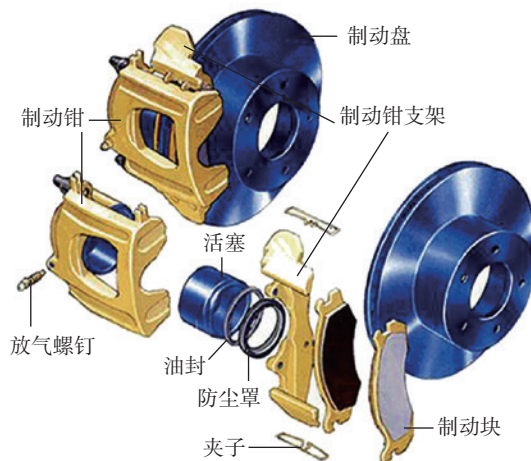


图 5-2-15 盘式制动器示意图

(1) 定钳盘式制动器

如图 5-2-16 所示，跨置在制动盘 1 上的制动钳体 5 固定安装在车桥 6 上，它不能旋转也不能沿制动盘轴线方向移动，其内的两个活塞 2 分别位于制动盘 1 的两侧。制动时，制动油液由制动总泵（制动主缸）经进油口 4 进入钳体中两个相通的液压腔中，将两侧的制动块 3 压向与车轮固定连接的制动盘 1，从而产生制动。这种制动器存在着以下缺点：油缸较多，使制动钳结构复杂；油缸分置于制动盘两侧，必须用跨越制动盘的钳内油道或外部油管来连通，这使得制动钳的尺寸过大，难以安装在现代化轿车的轮辋内；热负荷大时，油缸和跨越制动盘的油管或油道中的制动液容易受热汽化。

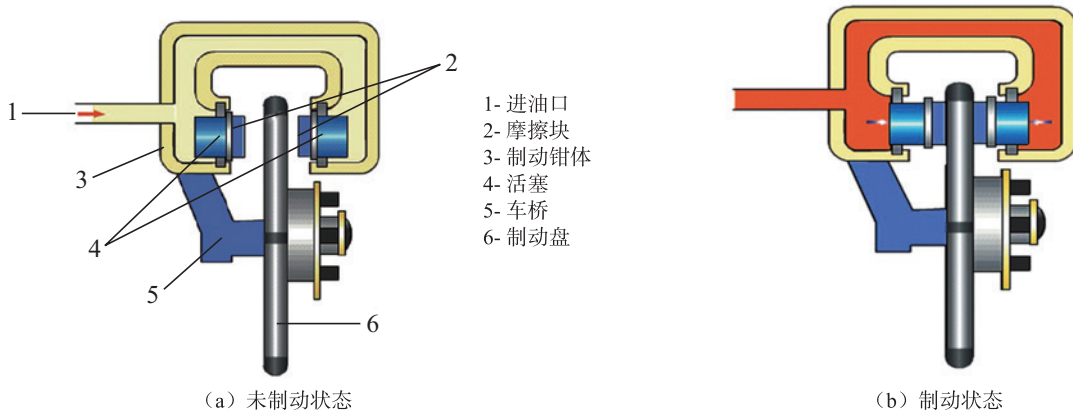


图 5-2-16 定钳盘式制动器示意图

(2) 浮钳盘式制动器

如图 5-2-17 所示，制动钳体 2 通过导向销 6 与车桥 7 相连，可以相对于制动盘 1 轴向移动。制动钳体只在制动盘的内侧设置油缸，而外侧的制动块则附装在钳体上。制动时，液压油通过进油口 5 进入制动油缸，推动活塞 4 及其上的摩擦块向右移动，并压到制动盘上，并使得油缸连同制动钳体整体沿销钉向左移动，直到制动盘右侧的摩擦块也压到制动盘上夹住制动盘并使其制动。与定钳盘式制动器相反，浮钳盘式制动器轴向和径向尺寸较小，而且制动液受热汽化的机会较少。此外，浮钳盘式制动器在行车和驻车制动器的情况下肩负，只须在行车制动钳油缸附近加装一些用以推动油缸活塞的驻车制动机械传动零件即可。故自 70 年代以来，浮钳盘式制动器逐渐取代了定钳盘式制动器。

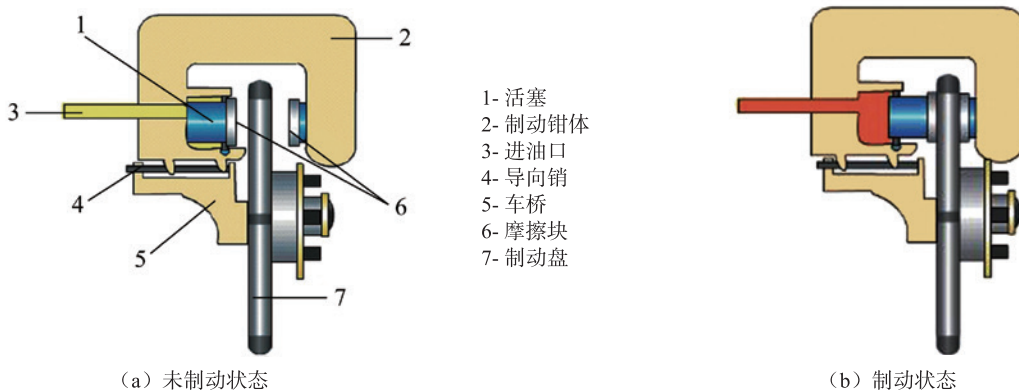


图 5-2-17 浮钳盘式制动器示意图

(3) 制动块磨损报警装置

许多盘式制动器上装有制动块摩擦片磨损报警装置，它用来提醒驾驶员制动块上的摩擦片需要更换。该装置的传感器有声音式、电子式和触觉式 3 种。

声音传感器式如图 5-2-18 所示，这种系统在制动摩擦块的背板上装有一小弹簧片，其端部到制动盘的距离刚好为摩擦片的磨损极限，当摩擦片磨损到需更换时，弹簧片与制动盘接触发出刺耳的尖叫声，警告驾驶员需要维修制动系统。电子传感器式在摩擦片内预埋了电路触点，当衬片磨损到触点外露接触制动盘时，形成电流回路接通，仪表板上的警告灯，告知驾驶员摩擦片需更换。

触觉传感器式在制动盘表面有一传感器，摩擦片也有一传感器。当摩擦片磨损到两个传感器接触时，踏板产生脉动，警告驾驶员维修制动系统。

(4) 盘式制动器的特点

1) 盘式制动器与鼓式制动器相比较，有以下优点：

① 制动盘暴露在空气中，散热能力强。特别是采用通风式制动盘，空气可以流经内部，加强散热。

② 浸水后制动效能降低较少，而且只需经一两次制动即可恢复正常。

③ 制动效能较稳定、平顺性好。

④ 制动盘沿厚度方向的热膨胀量极小，不会像制动鼓的热膨胀那样使制动器间隙明显增加而导制动踏板行程过大。此外，也便与装设间隙自调装置。

⑤ 结构简单，摩擦片安装更换容易，维修方便。

2) 盘式制动器的缺点：

① 因制动时无助势作用，故要求管路液压比鼓式制动器高，一般要用伺服装置和采用较大直径的油缸。

② 防污性能差，制动块摩擦面积小，磨损较快。

③ 兼用于驻车制动时，需要加装的驻车制动传动装置较鼓式制动器复杂，因而在后轮上的应用受到限制。

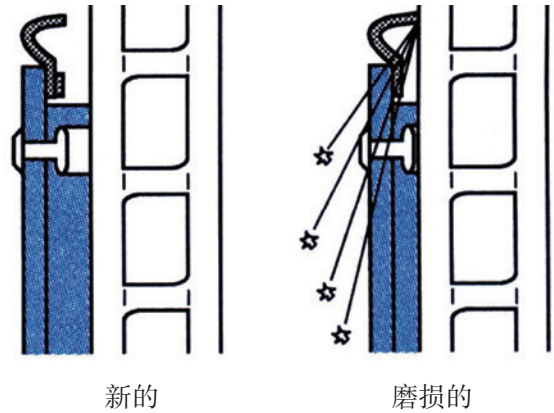


图 5-2-18 声音式制动块磨损报警装置

## 五、制动主缸

制动主缸，又称为制动总泵，其作用是将踏板输入的机械能转换成液压能。对应于双回路制动系，制动主缸常用串联双腔制式，如图 5-2-19 所示。

目前，国内轿车及大多数国外轿车都采用等径制动主缸，即制动主缸前后两腔的缸径相同，而某些国外轿车上装用了异径制动主缸，即制动主缸前后两腔的缸径不相等。

储液罐（图中未标出）中的油液经每一腔的空心螺栓（其内腔形成储液室）和各自的旁通孔、补偿孔流入主缸前、后腔。在主缸前、后工作腔内产生的液压分别经各自的出油阀和各自的管路传到前、后轮制动器的轮缸。

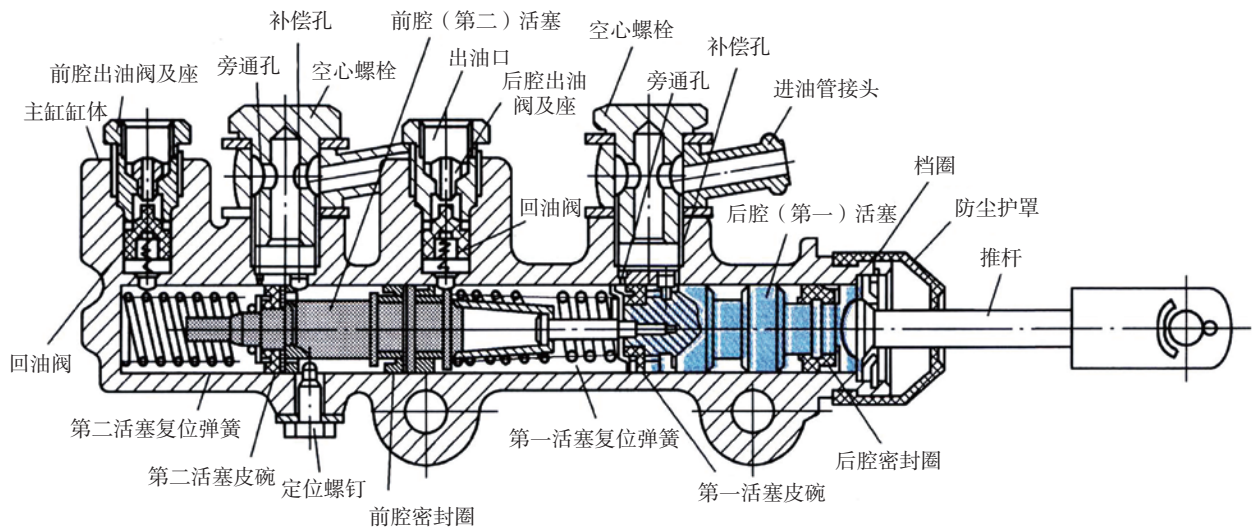


图 5-2-19

不制动时，推杆球头端与活塞之间保留有一定的间隙，以保证活塞在弹簧的作用下完全回复到最右端位置，前、后两工作腔内的活塞头部与皮碗正好位于前、后腔内各自的旁通孔和补偿孔之间。制动时，为了消除推杆球头与活塞之间的间隙所需的踏板行程，称为制动踏板自由行程。

当踩下制动踏板时，踏板传动机构通过推杆推动后腔（第一）活塞前移，到皮碗掩盖住旁通孔后，此腔液压升高。在后腔液压和后腔活塞复位弹簧力的作用下，推动前腔活塞向前移动，前腔压力也随之升高。当继续下踩制动踏板时，前、后腔的液压继续升高，使前、后轮制动器制动。

解除踏板力后，制动踏板机构、主缸前后腔活塞和轮缸活塞，在各自的复位弹簧作用下复位，管路中的制动液借其压力推开回油阀门流回主缸，于是解除制动。

当迅速放开制动踏板时，由于油液的黏性和管路阻力的影响，油液不能及时流回主缸并填充因活塞右移而让出的空间，因而在旁通孔开启之前，压油腔中产生一定的真空度。此时进油腔液压高于压油腔，因而进油腔的油液便从前、后腔活塞的前密封皮碗的边缘与缸壁间的间隙流入各自的压油腔以填补真空。与此同时，储液室中的油液经补偿孔流入各自的进油腔。活塞完全复位后，旁通孔已开放，制动管路继续流回主缸而显多余的油液便可经前、后腔的旁通孔流回储液室。液压系统中因密封不良而产生的制动液泄漏及因温度变化而引起的制动液膨胀或收缩，都可以通过补偿孔和旁通孔得到补偿。当制动器间隙过大或液压系统进入空气，致使踏板踩到极限位置仍感到制动力不足时，可迅速放松踏板随即再踩下，如此反复几次，使压入管路中的油液增多，油压升高，以进一步加大制动力。

若与前腔连接的制动管路损坏漏油时，则在踩下制动踏板时只有后腔中能建立液压，前腔中无压力。此时在液压差作用下，前腔活塞迅速前移到前缸活塞前端顶到主缸缸体上。此后，后腔 T 作腔中液压方能升高到制动所需的值。若与后腔连接的制动管路损坏漏油，则在踩下制动踏板时，因后缸工作腔中不能建立液压，起先只是后腔（第一）活塞前移，而不能推动前腔（第二）活塞；但在后缸活塞直接顶触前缸活塞时，前缸活塞前移，使前缸 T 作腔建立必要的液压而制动。

由上述可见，双回路液压制动系统中任一回路失效时，主缸仍能工作，只是所需踏板行程加大，将导致汽车的制动距离增长，制动效能降低。

## 六、制动轮缸

制动轮缸，又称制动分泵，其作用是把油液压力转变为轮缸活塞的推力，推动制动蹄压靠在制动鼓上，产生制动作用。制动轮缸有双活塞式和单活塞式两种。图 5-2-20 所示的是上海桑塔纳轿车和一汽捷达、奥迪轿车所采用的双活塞式制动轮缸。

缸体用螺栓固定在制动底板上，缸内有两个活塞，二者之间的内腔由两个皮碗密封。制动时，制动液自油管接头和进油孔进入，活塞在液压力作用下向外移动，通过顶块推动制动蹄。弹簧保证皮碗、活塞、制动蹄紧密接触，并保持两活塞之间的进油间隙。防护罩除防尘外，还可防止水分进入，以免活塞和轮缸生锈而卡住。在轮缸缸体上方还装有放气阀，以便放出液压系统中的空气。

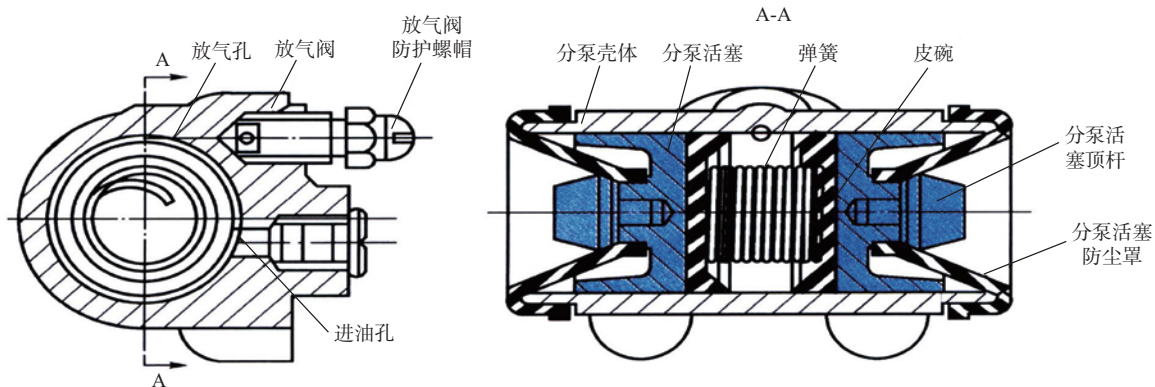


图 5-2-20

图 5-2-21 所示为单活塞式制动轮缸。为缩小轴向尺寸，液压腔密封件不用抵靠活塞端面的皮碗，而采用装在活塞导向面上切槽内的皮圈，进油间隙靠活塞端面的凸台保持。放气阀的中部有螺纹，尾部有密封锥面，平时旋紧压靠在阀座上。与密封锥面相连的网柱面两侧有径向孔，与阀中心的轴向孔相通。

需要放气时，先取下橡胶护罩，再连踩几下制动踏板，对缸内空气加压，然后踩下制动踏板不动，将放气阀旋出少许，空气即可排出，待空气排出，将放气阀旋闭后再放松制动踏板。如此反复直到空气排尽。

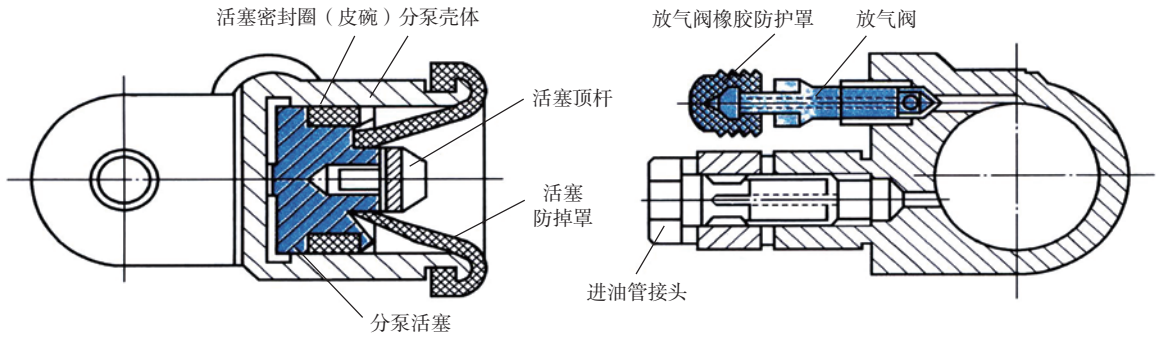


图 5-2-21

## 七、制动管路

液压制动系统的制动油液是靠制动管路连接制动主缸→制动轮缸的。

制动管路所用的油管一般有铁管（铜管）和橡胶软管，如图 5-2-22 所示。



图 5-2-22 制动软管实物图

## 八、助力式液压制动系统

### (1) 功用

制动系统的车轮制动器、制动主缸、制动轮缸、制动管路和制动液，已经可以完整的组成一个液压制动系统（如图 5-2-23）。因其结构简单，目前有很多车辆使用这种系统。但液压制动系统因其使用人力制动，使驾驶员踩踏制动踏板比较费力，容易造成驾驶员的疲劳，故在制动系统中使用助力式助力方式。

### (2) 结构

真空助力系统是在前面介绍的液压制动系统中，在制动主缸前面增加了一个真空助力泵，如图 5-2-24 所示。根据真空助力膜的多少，真空助力器分为单膜片式和串联膜片式两种。国产轿车都采用单膜片式的真空助力器，如图 5-2-25 所示。

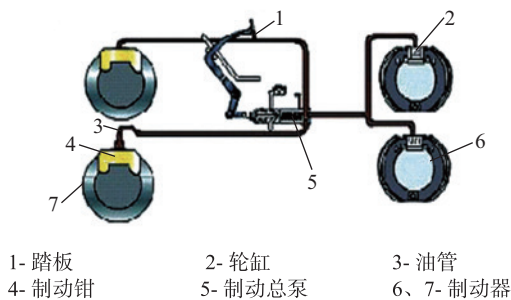


图 5-2-23 液压制动系统示意图

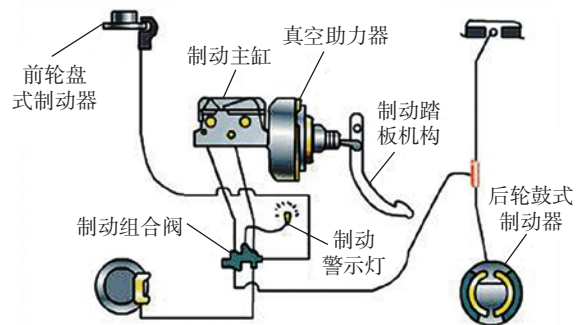


图 5-2-24 真空助力器安装位置示意图

### (3) 工作原理

真空助力泵真空来自发动机喉管处的真空度（柴油机利用发动机后部的真空泵产生真空），其工作过程如下：

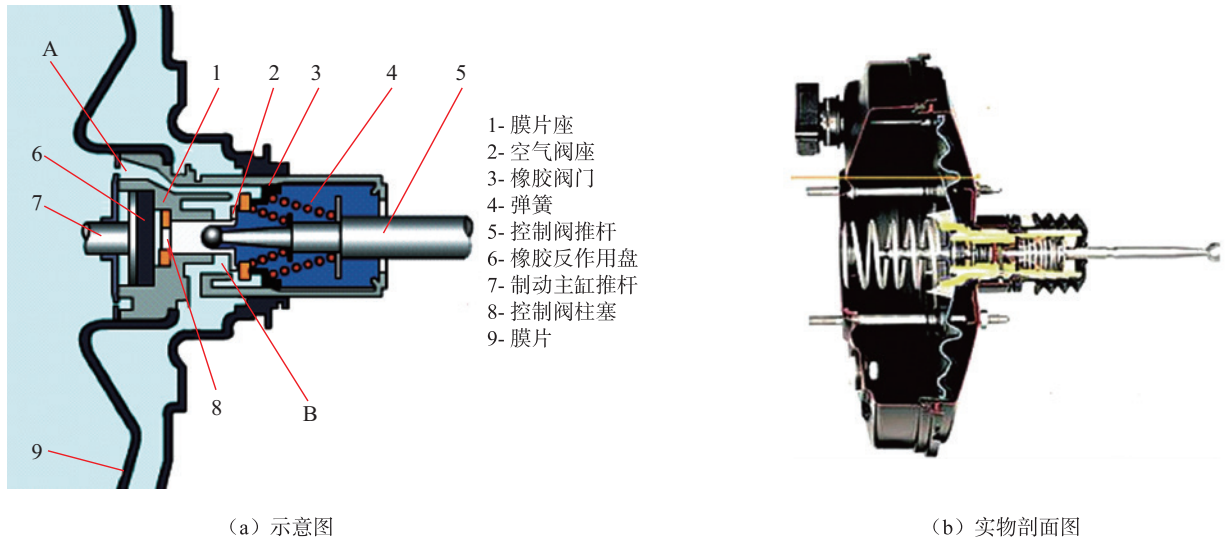


图 5-2-25 真空助力器工作原理

1) 真空助力器不工作时弹簧 4 将推杆连同 控制阀柱塞 8 推到后极限位置（即真空阀开启），橡胶阀门 3 则被弹簧压紧在空气阀座上 2（即空气阀关闭）。伺服气室前、后腔经通道 A、控制阀腔和通道 B 互相连通，并与空气隔绝。在发动机开始工作、且真空单向阀被吸 开后，伺服气室左右两腔内都产生一定的真空度（如图 5-2-26 所示）。

2) 当制动踏板踩下时，起初气室膜片座 1 固定不动，来自踏板机构的操纵力推动控制阀推杆 5 和控制阀柱塞 8 相对于膜片座 1 前移。当柱塞与橡胶反作用盘 6 间的间隙消除后，操纵力便经反作用盘 6 传给制动主缸推杆 7。同时，橡胶阀门 3 随同控制阀柱塞前移，直到与膜片座 1 上的真空阀座接触为止。此时，伺服气室前后腔隔绝（如图 5-2-27 所示）。

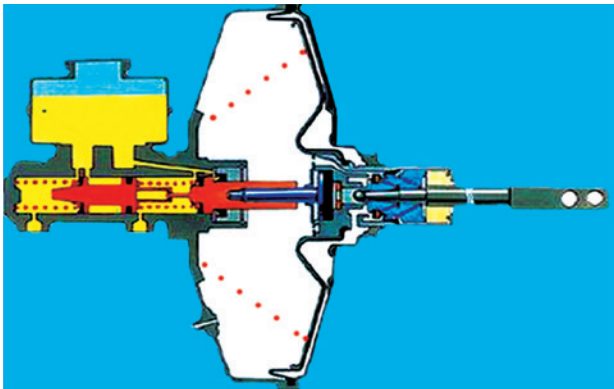


图 5-2-26 真空助力器工作原理图（未工作时）

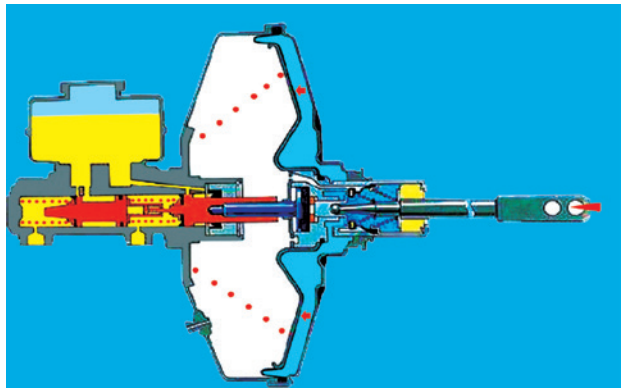


图 5-2-27 真空助力器的工作原理图（中间工作阶段）

3) 控制阀推杆 5 继续推动控制阀柱塞前移，到其上的空气阀座 2 离开橡胶阀门 3 一定距离。外界空气充入伺服气室后腔（如图 5-2-28 所示），使其真空度降低。

在此过程中，膜片 9 与阀座也不断前移，直到阀门重新与空气阀座接触为止。因此在任何一个平衡状态下，伺服气室后腔中的稳定真空度与踏板行程成递增函数关系。

因为橡胶反作用盘 6 具有液体那样传递压力的作用，在与橡胶反作用盘 6 接触的面积上相比，制动主缸推杆 7 比控制阀柱塞 8 的大，所以作用于制动主缸推杆 7 的力比作用于控制阀柱塞 8 的大。

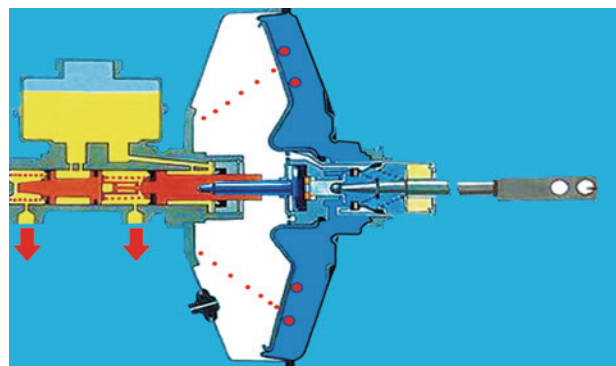


图 5-2-28 真空助力器工作原理图（未工作时）



## 第三节 驻车制动器

驻车制动器俗称“手刹”或者“手刹车”。它的作用是在汽车停车状态下制动。亦能在行车制动系失效时作为应急补救制动，但效果有限。

驻车制动器和车轮制动器的构造基本相同。

### 一、驻车制动器

驻车制动器一般采用鼓式制动器，如图 5-3-1 所示。早期驻车制动器有采用盘式的，现在已经很难见到。

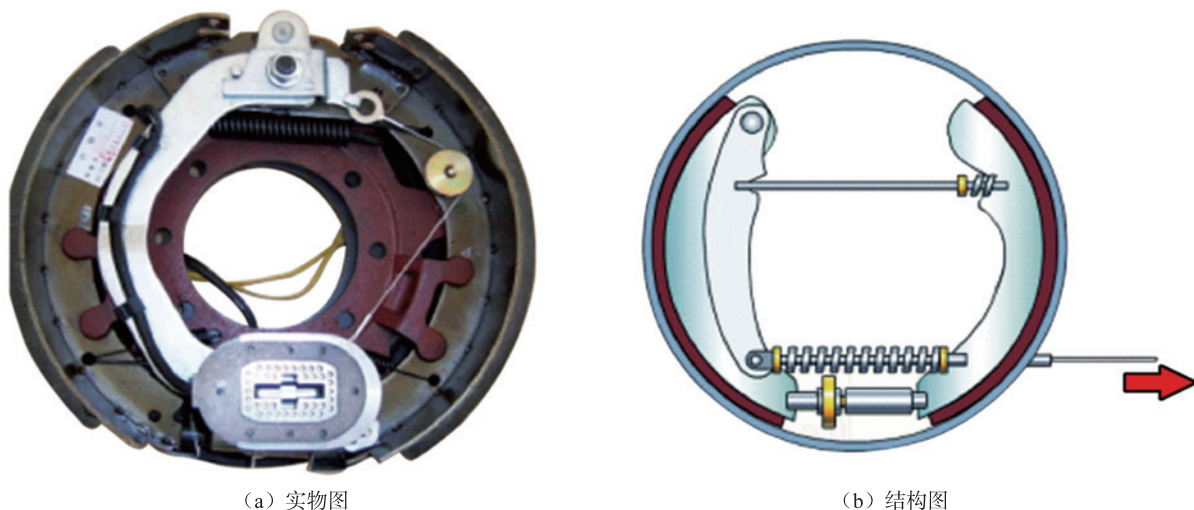


图 5-3-1 鼓式驻车制动器

### 二、驻车制动器的布置形式

#### 1. 中央制动器

驻车制动器布置在变速箱后面用以对传动轴进行制动，此种形式又被称为中央制动器（如图 5-3-2 所示）。常见有自动增力式中央制动器和凸轮张开式中央制动器。

##### (1) 自动增力式中央制动器

##### ① 结构

如图 5-3-3 所示。制动鼓 12 与变速器第二轴



图 5-3-2 中央制动器总成实物图

的凸缘盘 13 固接，制动底板 1 和制动蹄的支承销 11 与变速器外壳固接。两制动蹄和调整棘轮 20 通过拉簧 3 浮动地悬挂在支承销上，并用压簧 7 等轴向定位。驻车制动臂 6 上端与右蹄铰接，并通过推力杆和左蹄靠接，臂的下端与钢丝绳 16 连接。

制动手柄 23 通过钢丝绳和摇臂 30 等与制动器软连接传力。绳的松紧可用螺帽 29、31 调整。

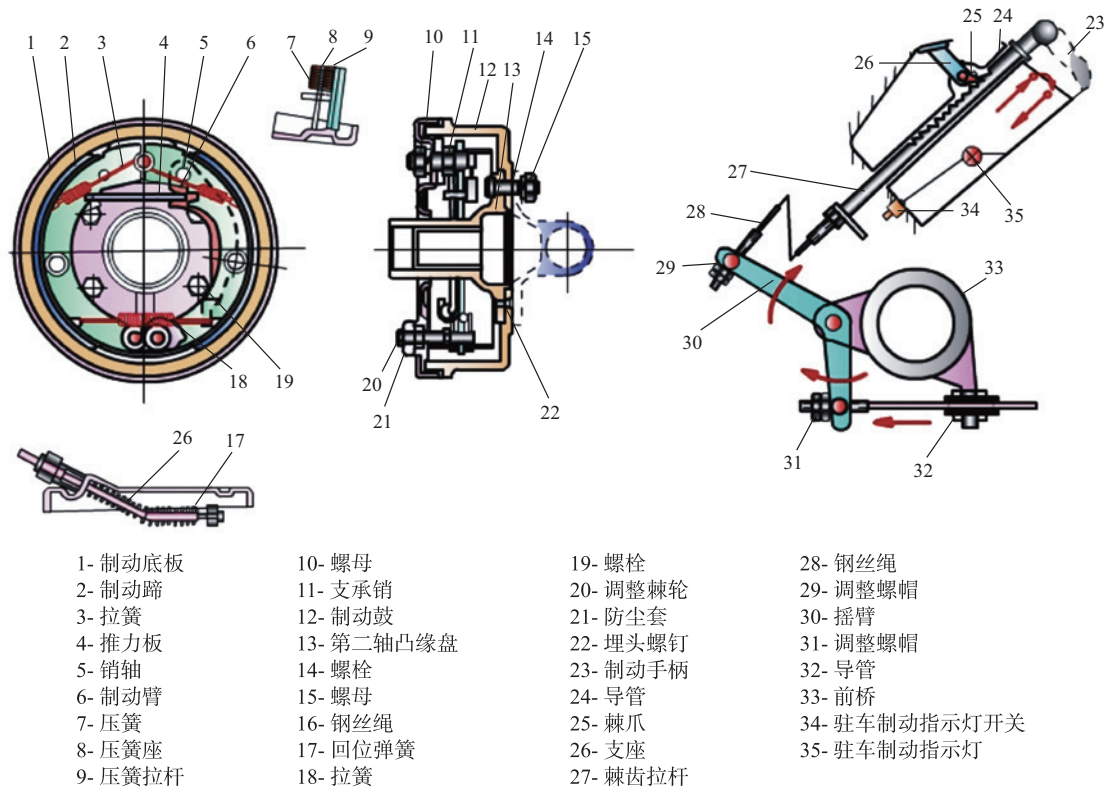


图 5-3-3 自动增力式中央制动器及其传动机构结构图

### ② 工作情况

A、制动时，将手柄拉出，使制动臂 6 顺时针转动，通过推力板 4 将左蹄压向制动鼓，随后制动臂的上端右移，使右蹄也压向制动鼓，产生制动作用。自动增力过程同前述车轮制动器。当棘齿拉杆 27 达全制动位置时，棘爪 25 即在扭簧的作用下将拉杆锁止。

B、放松制动时，应将手柄和棘齿拉杆顺时针转动一定角度，使棘爪脱离啮合，再将手柄推回到不制动的位置，并转回一定角度，以便下次制动。

C、驻车制动指示灯开关 34 在全制动位置导通指示灯 35，以提醒驾驶员制动未解除，不能起步。

### ③ 调整

当制动摩擦片磨损后，蹄鼓间隙增大，可转动偏心调整棘轮 20 使间隙减小。传动件中尚有调整螺母 29、31，用来调整绳的松紧。要求棘齿拉杆拉出 5 ~ 11 个牙齿时，即应是全制动状态。

#### (2) 凸轮张开式中央制动器

##### ① 结构

如图 5-3-4 所示为常见货车的中央制动器。它利用机械传动，构造和工作情况与前述凸轮张开的车轮制动器相同，多用于中型货车上。

##### ② 调整原理

A、当蹄鼓间隙过量时，拧进拉杆 5 上的调整螺母 6，即可改变凸轮的原始位置，使间隙和自由行程减小。

B、如规定的间隙值达不到要求，可拆下摇臂 12 错开一个或数个键齿，装复后再行微调。

C、通常不应改动蹄的偏心支承销位置，以保证蹄鼓的良好贴合。当需要进行全面调整时（更换新摩擦片后），方可改动偏心支承销的位置。

D、该类制动器在驻车制动时，第三响后应有制动感觉，至第五响时应能使汽车在规定的坡度下停住。

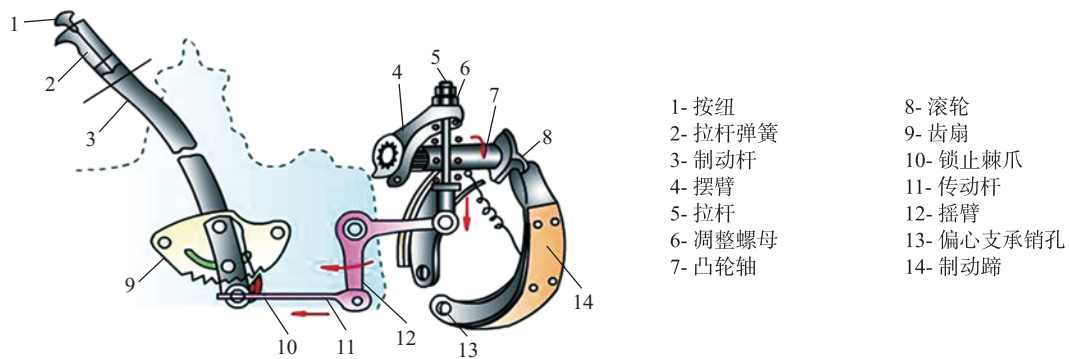


图 5-3-4 凸轮张开式中央制动器

## 2. 车轮制动器

在车轮上附加一套控制装置，利用车轮制动器作为驻车制动器。也有在车轮上单独安装驻车制动器（如图 5-3-5 所示）。

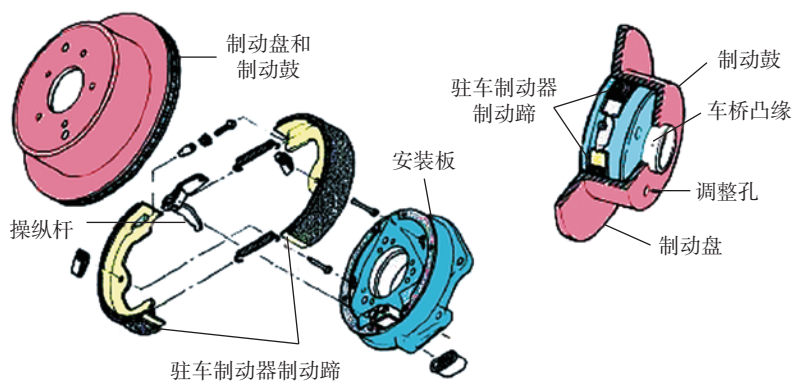


图 5-3-5 车轮制动式

## 三、驻车制动器的操纵形式

### 1. 手动拉杆、拉线式

利用拉线、拉杆连接制动器和操作手柄，并使用人力控制，如图 5-3-6 所示。

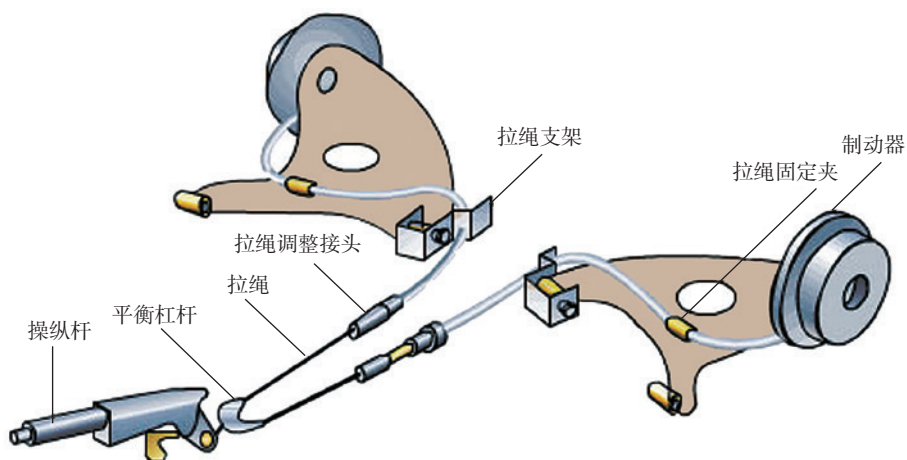


图 5-3-6 驻车制动器的工作原理示意图

### 2. 手控气动式

利用压缩空气的能量由控制阀控制制动气室进行制动，只需搬动控制阀就可制动，此种形式只用于大型车辆。

### 3. 电子手刹

电子手刹是由电子控制方式实现停车制动的技术。其工作原理与机械式手刹相同，均是通过拉索拉紧后轮刹车蹄进行制动。另一种则是使用电子机械卡钳，是通过电机卡紧刹车片产生来达到控制停车制动。

## 四、驻车制动指示

在汽车上装有驻车指示灯，当拉起手刹时点亮。其与制动液报警灯共用一个灯泡，其原理如图 5-2-3 所示。驻车制动开关在拉起手刹时闭合。



## 第四节 制动系的维护与保养

### 一、液压式制动总泵性能的检查操作

制动主泵的作用是将来自外界输入的机械能转换成液压能，从而液压能通过管路再输给制动分泵。现代轿车大多安装了带真空助力器的液压式制动总泵，制动总泵的性能直接关系到汽车行驶的安全性能，为了提高制动总泵的可靠性，应定期对液压式制动总泵进行检查。操作步骤如下：

1. 检查制动管路的金属管和软管有无开裂、变形或其他损坏。
2. 当发动机运转时，完全踏下制动踏板，检查是否漏油。
3. 检查真空助力气室与制动总泵的连接是否良好，气室到节气门后方的通气管路是否老化，破损，接头紧固是否良好。

4. 检查制动总泵储液罐液面是否在上、下线之间，制动液不足时应该添加到规定高度。如图 5-4-1 所示

注意：

如果液面过低，检查制动系统是否泄漏。

如果驻车制动杆松开后警告灯仍亮，检查制动系统是否有制动液泄漏。

5. 检查储液罐盖上通气孔的状况。
6. 检查制动液有无变色，浑浊和混有气泡现象，否则应及时更换制动液。

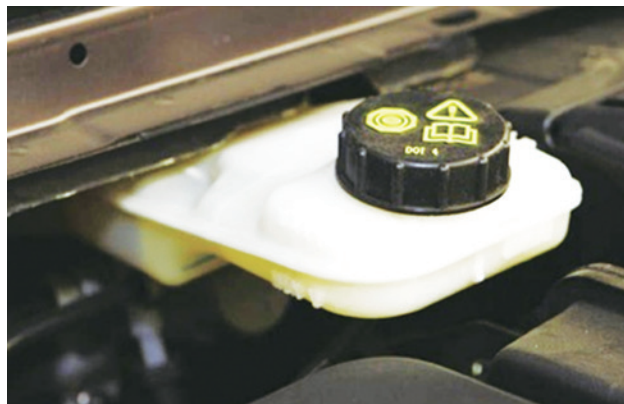


图 5-4-1 制动总泵液面的检查

### 二、制动踏板性能的检查与调整操作

制动踏板自由行程的调整要在四轮制动器的间隙调整之后进行。

汽车制动踏板的自由行程是制动总泵活塞与真空助力器推杆之间的间隙在踏板上的反映。制动踏板的自由行程过大，会引起制动不良；制动踏板的自由行程过小，会引起制动拖滞；此外，真空助力装置的工作状况对汽车的制动性能起着重要作用，因此，必须定期检查、调整制动踏板的自由行程和操控性能。操作步骤如下：

#### 1. 制动踏板自由行程的检查操作

- (1) 将汽车熄火，多次踩踏制动踏板，直到真空助力器中的真空被释放。
- (2) 用直尺支在驾驶室底板上，其倾斜度以直尺与踏板踩下时的弧线相切为准。
- (3) 测出踏板完全放松时距驾驶室底板的高度和踩下制动踏板感觉有阻力时的高度。
- (4) 以上两高度之差即为制动踏板的自由行程。

### 2. 液压式制动踏板自由行程的调整操作

- (1) 通过调整制动总泵主缸踏板的偏心来实现对液压式制动踏板自由行程的调整。
- (2) 通过调整制动总泵推杆的长度来实现对液压式制动踏板自由行程的调整。

### 3. 制动踏板操控性能的检验

- (1) 坐在驾驶人座椅上，用右脚踩制动踏板，感觉是否有自由行程。
- (2) 用力将制动踏板踩下，制动踏板应踩不到底；抬起右脚，紧接着再踩下制动踏板，此时制动踏板比上一次要变高。
- (3) 将变速器置于空档，踩下制动踏板并保持不动，然后起动发动机，当发动机运行后，制动踏板能下滑一段距离，则证明真空助力装置的工作性能良好。

## 三、真空助力系统性能的检查操作

真空制动助力系统也称作真空伺服制动系统，是指在人力液压制动系统的基础上再加设一套由其他能源提供制动力的助力装置，使人力与动力可兼用，即兼用人力和发动机动力作为制动能源的制动系统。在正常情况下，真空制动助力系统的输出工作压力主要由动力伺服系统产生，因而在动力伺服系统失效时，仍可由人力驱动液压系统产生一定程度的制动力。对于采用汽油发动机的车辆，由于其发动机采用点燃式，在进气歧管处可以产生较高的真空压力，进而为真空助力制动系统提供足够的真空来源；而对于采用柴油发动机的车辆，由于其发动机采用压燃式，在进气歧管处就不能提供相同水平的真空压力，所以需要安装提供真空来源的真空泵为真空助力制动系统提供真空来源；另外，对于为了满足较高的排放环保要求而设计的汽油直喷发动机，在进气歧管处也不能提供相同水平的真空压力来满足真空制动助力系统的要求，因此也需要安装真空泵来提供真空来源。

检查操作步骤如下：

### 1. 真空助力装置的外部检查操作

- (1) 若发动机为汽油机，则应检查真空助力气室与总泵的连接状况，真空助力气室到节气门后方的通气管路应无老化、破损，接头处紧固良好。
- (2) 若发动机为柴油机，则应检查发电机后面的真空泵是否漏油，真空管路的连接状况以及真空泵润滑油进、回油管的连接情况等。
- (3) 检查真空助力罐是否漏气，与真空管路的连接是否良好。

### 2. 真空助力装置工作状况的检查

- (1) 使发动机停转，踩下制动踏板数次，要求制动踏板高度变化不大。
- (2) 踩下制动踏板，并保持不动，然后起动发动机，当发动机运行后，制动踏板能下滑一段距离，则说明真空助力系统能参与工作。

### 3. 真空助力气室密封性的检查

- (1) 在发动机工作时踩下制动踏板，然后将发动机熄火，此时保持制动踏板处于制动位置不动，然后到真空助力气室处仔细听是否有漏气声。
- (2) 将一细线放在助力气室人口处，查看是否有气体漏出。
- (3) 连续踩下制动踏板，制动踏板的高度变化应不大，但总趋势为助力作用逐渐降低。

## 四、盘式制动器性能的检查操作

盘式制动器的主要零部件有制动盘、制动分泵、制动钳、油管等。其中，制动盘用合金钢制造并固定在车轮上，随车轮转动而转动；分泵固定在制动器的底板上；制动钳上的两个摩擦片分别装在制动盘的两侧；制动分泵的活塞受油管输送来的液压作用，推动制动钳上的摩擦片压向制动盘发生摩擦制动。

由于盘式制动器具有散热性能强、制动器稳定性能好以及制动片和制动盘之间的间隙能够自动调整等特点，因此现代轿车广泛采用前盘后鼓式制动器或前后盘式制动器。制动器在使用过程中会出现制动盘磨损、制动片磨损以及制动分泵漏油等故障，为确保盘式制动器的使用性能，应定期对制动器进行检查。

### 1. 技术标准及要求

1) 通过记录上、下两次维护周期制动片的厚度，计算出一个维护周期内制动片的磨损量，确定制动器片的厚度是否达到磨损极限，作为更换制动片的依据。

2) 同一制动器上，内、外两制动片不能互换。

### 2. 操作步骤

(1) 前盘式制动器性能的检查操作

1) 支起车轮，拆下轮胎，拆下制动钳，取下制动摩擦片，如图 5-4-2 所示。

2) 用千分尺测量制动盘的厚度，判断磨损量是否超出极限值。

3) 转动制动盘，用带磁力表座的百分表检查制动盘的端面摆动量是否超出极限值。

4) 用钢直尺测量内、外制动片的厚度，估计下次检查的时间，并做出是否进行制动片更换的决定。

5) 若要更换新的制动片，需要将制动分泵上的放气螺钉拧开，然后用锤子手柄或专用工具将活塞推入到最低位置，如图 5-4-3 所示。

6) 检查制动分泵、制动分泵管路有无漏油 and 老化现象，如图 5-4-4 所示。

7) 按照与拆卸相反的顺序安装制动器，然后连续踩下制动踏板几次，检查制动回位情况，是否出现制动迟滞的情况。

(2) 带有鼓型驻车制动系统的后盘式制动器性能检查

1) 支起车轮，拆下轮胎，拆下制动钳，取下制动摩擦片，如图 5-4-5 所示。

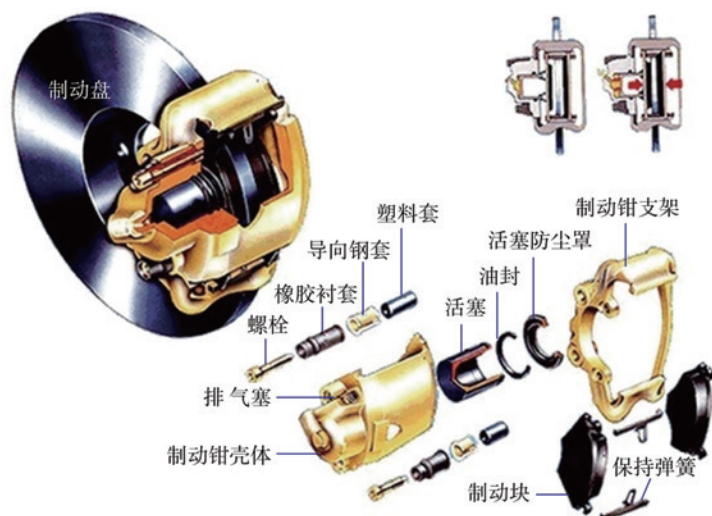


图 5-4-2 盘式制动器的分解



图 5-4-3 制动分泵的回位处理



图 5-4-4 制动分泵管路的检查



图 5-4-5 带有鼓型驻车制动系统的后盘式制动器的拆卸操作

- 2) 用钢直尺测量制动片的厚度，判断磨损量是否超出极限值。
- 3) 转动制动盘，用带磁力表座的百分表检查制动盘的端面摆动量是否超出极限值。
- 4) 拆下后制动盘，露出鼓型驻车制动系统，

如图 5-4-6 所示。

8) 按照与拆卸相反的顺序安装制动器，然后连续踩下制动踏板几次，检查制动回位情况，是否出现制动迟滞的情况。

### 五、鼓式制动器性能的检查操作

鼓式制动器是传统式制动器，其结构简单，主要由制动鼓、制动片、回位弹簧及制动分泵等组成，并且制动效果稳定。

四轮轿车在制动过程中，由于惯性的作用，前轮的负荷通常占汽车全部负荷的 70%-80%，前轮制动力要比后轮大，后轮起辅助制动作用，因此有些轿车生产厂家为了节省成本，就采用前盘后鼓的制动方式。

对于重型汽车来说，由于车速一般不是很高，制动蹄的耐用程度也比盘式制动器高，因此许多重型汽车至今仍使用四轮鼓式制动器的设计。

制动器在使用过程中，会出现制动鼓与制动片的磨损和变形以及制动分泵漏油等现象，引起制动性能变差、制动迟滞以及制动跑偏等故障，严重影响到汽车行驶的安全性能，因此，要定期对鼓式制动器进行检查。

#### 1. 技术标准及要求

- (1) 通过记录上、下两次维护周期制动片的厚度，计算出一个维护周期内制动片的磨损量，确定制动片的厚度是否达到磨损极限，作为更换摩擦片的依据。
- (2) 同一制动器上，前、后两摩擦片不能互换。

#### 2. 操作步骤

- (1) 支起车轮，拆下轮胎，取下制动盘，露出制动片，如图 5-4-7 所示。
- (2) 取下制动片回位弹簧，拆下制动片定位销，取下驻车制动器拉线，拆下前、后制动摩擦片（如图 5-4-8 所示）。

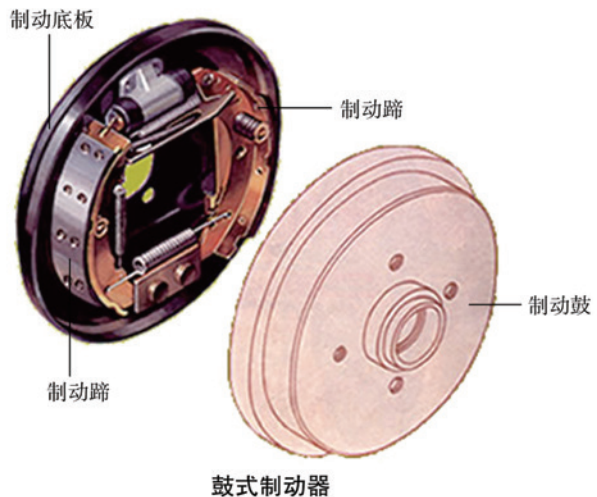


图 5-4-6 拆下后制动盘，露出鼓型驻车制动系统



图 5-4-7 鼓式制动器的拆下



图 5-4-8 拆下前、后制动摩擦片

- (3) 用千分尺检查制动鼓的磨损情况。
- (4) 用钢直尺测量制动片的厚度，根据下次检修的周期，确定是否需要更换制动片。
- (5) 检查制动分泵、制动分泵管路有无漏油和老化现象。

- (6) 若更换新的摩擦片，须将制动片调节装置调到原始位置。
- (7) 用砂纸将制动片表面打磨干净。
- (8) 用砂纸将制动鼓表面打磨干净。
- (9) 按照与拆卸相反的顺序安装制动器，调好制动鼓与制动片之间的间隙值，然后连续踩下制动踏板几次，检查制动回位情况，是否出现制动迟滞的现象

## 六、驻车制动器的检查与调整操作

驻车制动用于稳定汽车，避免汽车在斜坡路面停车时由于溜车造成事故的发生。轿车上，一般驻车制动器作用于后轮，与行车制动系统共用部分组件，随着行车制动系统部件的磨损，驻车制动系统的性能也会逐渐降低，因此，要定期对驻车制动系统进行检查和调整。

### 1. 技术标准及要求

- (1) 拉紧驻车制动，汽车处于空档位置，在 300 度斜坡的路面上不出现滑溜现象。
- (2) 拉紧驻车制动，汽车在水平路面上用二档不能起步。

### 2. 操作步骤

#### (1) 驻车制动器的检查操作

- 1) 彻底松开驻车制动手柄，不会出现后轮迟滞的现象。
- 2) 将驻车制动手柄拉紧，棘轮应有 3-5 响，过大或过小都应该调整。
- 3) 拉紧驻车制动手柄后，打开点火开关，仪表板上的驻车指示灯应亮。
- 4) 拉紧驻车制动手柄时，汽车 2 档不能起步。

#### (2) 驻车制动器的调整操作

- 1) 通过改变拉线的长度对驻车制动器进行调整。
- 2) 对于自动调节式驻车制动器，通过连续反复拉动驻车制动手柄实现驻车制动器的自动调整。
- 3) 驻车制动器的调整完成后，检查后轮是否出现制动迟滞的现象，否则，应该将驻车制动间隙放大些。

## 七、制动液的更换与排气操作

制动液在液压式制动系统中起到传递动力介质的作用，同时制动液还具有较强的吸湿性。因此随着时间的推移，制动液会吸收周围空气中的水分，过高的含水量会引起制动系统的腐蚀损伤；此外，制动液的沸点会明显下降，在高制动载荷下制动系统中会形成气泡，从而损害制动系统的制动性能。因此，制动液必须每 2 年更换一次，如果不足 2 年但行驶里程超过 50000km 也必须更换制动液。

### 1. 技术标准及要求

- (1) 制动液的更换周期一般为 40000-50000km 或 2 年。
- (2) 更换制动液应为厂家规定的制动液，不同型号的制动液不能混合使用。

### 2. 操作步骤

#### (1) 放出旧制动液

- 1) 将发动机起动并保持怠速运转。
- 2) 将制动储液罐的加油口盖旋开。
- 3) 在分泵放气螺钉上套上一根透明塑料管，将管的另一端放入一个装有制动液的容器内。
- 4) 拧松放气阀，连续踩下制动踏板，直到制动液不再流出为止，拧紧放气阀。
- 5) 在储液罐内加入足量的同种制动液，

#### (2) 排放液压管路内的空气

- 1) 排气顺序：离主缸最远的轮缸先排气，依次移至最近的轮缸，即右后轮—左后轮—右前轮—左前轮。
- 2) 放气作业由二人配合进行，一个人在驾驶室内连续踩动制动踏板，使踏板位置升高并踩下踏板保持不动。另一人在车下拧松放气阀，使管路中的空气和制动液一同排出。
- 3) 当踏板位置降低时，立即拧紧放气阀。如此反复多次，直到塑料管内没有气泡排出为止，然后拧紧放气阀并装好防尘套，按上述方法依次对其他轮缸进行放气。

4) 在排气时应一边排除空气，一边检查和补充制动液，以免空气重新进入制动管路，直到空气完全排净为止，将储液罐的制动液补充到规定位置。

### (3) 补充制动液

当排气作业结束后，将储液罐制动液补充到上限位置，装好储液罐盖并擦净油污。试车检验制动性能。同时检查各部位有无漏油现象。若在检查过程中制动踏板发软，则表明制动系统内的空气没有完全排净，因此需要重新进行排气作业。

注意：

- 1) 制动液是有毒的，要妥善保存在密封容器中，尤其要防止儿童接触。
- 2) 制动液会腐蚀车辆的漆面，不慎滴落在车辆漆面上的制动液应立即清洗干净。

## 八、制动片的更换操作

制动片的材质主要有金属、非石棉、橡胶等，其与制动盘相互摩擦形成了摩擦对偶，产生制动力矩，并将汽车的动能转化成热能。制动片的性能关系到行车的安全性能，故应定期检查更换制动片。

### 1. 制动片异响的原因及消除办法

在踩下制动踏板后，制动片经常会发出“吱吱”的异响。这是由于摩擦使得周边的部件产生共鸣所导致的。只要用砂纸将制动片的四个角磨掉一点，就能够有效地消除这种异响了，如图 5-4-9 所示。



图 5-4-9 打磨制动片

### 2. 更换制动片后的工作

当更换了制动片以后，新的制动片表面有一层化学保护层，需要在一段磨合期以后消耗掉，制动片才会发挥应有的效果。因为此时的制动片与制动碟之间的接触面尚未完全结合，需要经过一定的磨合，使得保护层完全消耗后与制动碟更好地结合。这段时间的制动需要轻轻的，最好顺便将制动碟表面也进行研磨，获得更好的接触面。

### 3. 更换制动片的周期

制动片的更换周期一般要依据车辆的运行情况、车辆的类型、车载重量、制动片的类型等具体情况而定。例如，一种制动片在某一辆汽车上可使用 50000 或 60000km，而在另一辆汽车上或许仅使用 25000km 就必须予以更换。

车辆在道路上停和行的频率对制动片的更换周期有重要的影响，一般来讲，对于长期在城市道路上行驶的汽车，其制动片的更换周期明显比长期在高速公路上行驶的汽车短，在山路上行驶的汽车制动片的更换周期比在平路上行驶的汽车制动片的更换周期短，载货汽车又比轻型车的制动片的更换周期短。因此，要经常检查制动片的磨损情况。

### 4. 更换制动片的时机

通常在以下几种情况下，制动片必须进行更换：

- (1) 当制动片的厚度小于车辆制造商允许的最小维修标准时。
- (2) 当制动片上的磨损指示片接触到制动盘时。
- (3) 制动片被油或油脂污染时。
- (4) 制动片发生异常磨损或锥型磨损时。

一般情况下，如果固定式制动钳上的制动片两边厚度差达到 1mm，浮动式制动钳上的制动片两边厚度差达到 3mm，就需要进行更换了。当然，只通过简单的外表观察无法准确确定制动片是否磨损，所以一般应该用刻度尺来测量制动片的最薄处，判断其磨损是否在允许范围之内（通常应依据具体的车型维修手册进行判断）。

## 5. 操作步骤

### (1) 松开制动卡钳

- 1) 将点火开关转至方向锁为解锁状态，向外侧转动转向盘。
- 2) 拆下轮胎就能够看见制动卡钳的后部。
- 3) 使用套筒将固定卡钳的螺钉拆下，打开卡钳取下制动片。

### (2) 拆下制动片

打开卡钳之后，用一字螺钉旋具轻轻撬下制动卡钳内的制动片。一部分汽车中制动片由特殊的卡簧固定，请注意不要弄丢。

### (3) 检查制动片

拆下制动片以后对制动片的磨损情况进行检查。如果磨损严重，则予以更换。注意在制动片的背部有一片薄金属片，这是用来防止制动片发生异响的，清洁之后可以装回去。

### (4) 抽出制动液

检查制动总泵中制动液液面的位置，如果处于最高液面的，在更换新的制动片以后有可能制动液液面会上升导致制动液溢出，所以应该预先抽出部分制动液。可以使用吸管吸出，或者用抹布吸取。

### (5) 检查活塞

在更换新的制动片以前，应该检查制动活塞的防尘套是否破损并对活塞和卡钳予以清洗。如果防尘套破损，灰尘和异物将有可能进入卡钳内部，导致内部机件损坏。

更换制动片、安装卡钳之后，应用力踩下制动踏板数次，利用油压使卡钳中的活塞复位。然后检查制动液的液面高度，如果液面高度降低，则补充至正常高度范围。

## 6. 更换制动片的注意事项

- (1) 根据使用方式和用途选择制动片。
- (2) 在拆除制动卡钳时，注意检查防尘套是否破损。
- (3) 更换制动片以后需要多次用力踩制动踏板，将活塞推出来复位。

## 版权说明

● 北方国际汽车教育对本教材或课件(包括但不限于相关的产品、服务、信息、材料)拥有版权等知识产权,受法律保护。

● 未经北方国际汽车教育书面许可,任何单位及个人不得以任何方式或理由对上述教材或课件(包括但不限于产品、服务、信息、材料)的任何部分进行使用、复制、修改、抄录、传播或与其它产品捆绑使用、销售。

● 凡侵犯北方国际汽车教育版权等知识产权的,公司必依法追究其法律责任。

中职北方智扬(北京)教育科技有限公司

## Copyright Notice

All reserved by Beifang International Automobile Education. Any reproduction, dissemination, transmission, forwarding, publishing, and using or selling the bundled with other products is strictly prohibited without the express written permission of Beifang International Automobile Education.

Chian Vocational Training beifang Zhiyang (Beijing) Education Technology Co., Ltd.