

图6-2 非独立悬架左、右车轮通过不平路段时的相互影响离心力

独立悬架的优点是：簧下质量小；悬架占用的空间小；弹性元件只承受垂直力，所以可以用刚度小的弹簧，使车身振动频率降低，改善了汽车行驶平顺性；由于有可能降低发动机的位置高度，使整车的质心高度下降，又改善了汽车的行驶稳定性；左、右车轮各自独立运动互不影响，可减少车身的倾斜和振动，同时在起伏的路面上能获得良好的地面附着能力。独立悬架的缺点是结构复杂，成本较高，维修困难。这种悬架主要用于轿车和部分轻型货车、客车及越野车上。

## 二、独立悬架结构形式分析

独立悬架又分为双横臂式、单横臂式、双纵臂式、单纵臂式、单斜臂式、麦弗逊式和扭转梁随动臂式等几种。

对于不同结构形式的独立悬架，不仅结构特点不同，而且许多基本特性也有较大区别。评价时常从以下几个方面进行：

(1) 侧倾中心高度 汽车在侧向力作用下，车身在通过左、右车轮中心的横向垂直平面内发生侧倾时，相对于地面的瞬时转动中心称之为侧倾中心。侧倾中心到地面的距离称为侧倾中心高度。侧倾中心位置高，它到车身质心的距离缩短，可使侧倾力臂及侧倾力矩小些，车身的侧倾角也会减小。但侧倾中心过高，会使车身倾斜时轮距变化大，加速轮胎的磨损。

(2) 车轮定位参数的变化 车轮相对车身上、下跳动时，主销内倾角、主销后倾角、车轮外倾角及车轮前束等定位参数会发生变化。若主销后倾角变化大，容易使转向轮产生摆振；若车轮外倾角变化大，会影响汽车直线行驶稳定性，同时也会影响轮距的变化和轮胎的磨损速度。

(3) 悬架侧倾角刚度 当汽车作稳态圆周行驶时，在侧向力作用下，车厢绕侧倾轴线转动，并将此转动角度称之为车厢侧倾角。车厢侧倾角与侧倾力矩和悬架总的侧倾角刚度大小有关，并影响汽车的操纵稳定性和平顺性。

(4) 横向刚度 悬架的横向刚度影响操纵稳定性。若用于转向轴上的悬架横向刚度小，则容易造成转向轮发生摆振现象。

不同形式的悬架占用的空间尺寸不同，占用横向尺寸大的悬架影响发动机的布置和从车上拆装发动机的困难程度；占用高度空间小的悬架，则允许行李箱宽敞，而且底部平整，布置油箱容易。因此，悬架占用的空间尺寸也用来作为评价指标之一。

表6—1分析了不同形式独立悬架的特点。

### 三、前、后悬架方案的选择

目前汽车的前、后悬架采用的方案有：前轮和后轮均采用非独立悬架；前轮采用独立悬架，后轮采用非独立悬架；前轮与后轮均采用独立悬架等几种。

前、后悬架均采用纵置钢板弹簧非独立悬架的汽车转向行驶时，内侧悬架处于减载而外侧悬架处于加载状态，于是内侧悬架受拉伸，外侧悬架受压缩，结果与悬架固定连接的车轴（桥）的轴线相对汽车纵向中心线偏转一角度 $\alpha$ 。对前轴，这种偏转使汽车不足转向趋势增加；对后桥，则增加了汽车过多转向趋势，如图6—3a所示。轿车将后悬架纵置钢板弹簧的前部吊耳位置布置得比后边吊耳低，于是悬架的瞬时运动中心位置降低，与悬架连接的车桥位置处的运动轨迹如图6—3b所示，即处于外侧悬架与车桥连接处的运动轨迹是oa段，结果后桥轴线的偏离不再使汽车具有过多转向的趋势。

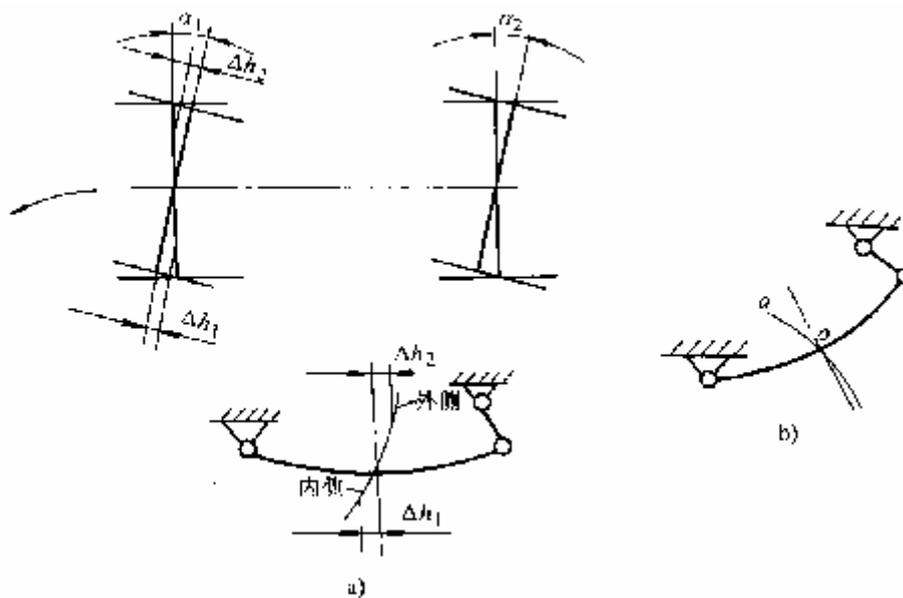


图6—3 汽车的轴转向效应

另外，前悬架采用纵置钢板弹簧非独立悬架时，因前轮容易发生摆振现象，不能保证汽车有良好的操纵稳定性，所以轿车的前悬架多采用独立悬架。

发动机前置前轮驱动的中高级及其以下级别的轿车，常采用麦弗逊式前悬架和扭转梁随动臂式后悬架。

图6—4所示为麦弗逊式前悬架，其弹性元件——螺旋弹簧套装在减振器外部，下摆臂的球头伸到轮辋空间内，使结构非常紧凑。当主销轴线的延长线与地面的交点位于轮胎胎冠印迹中心线外侧时，具有负的主销偏移距 $r_s$ ，这对保证汽车制动稳定性有利。

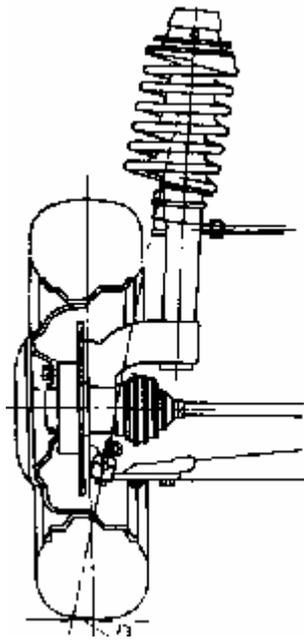


图6—4 麦弗逊式悬架

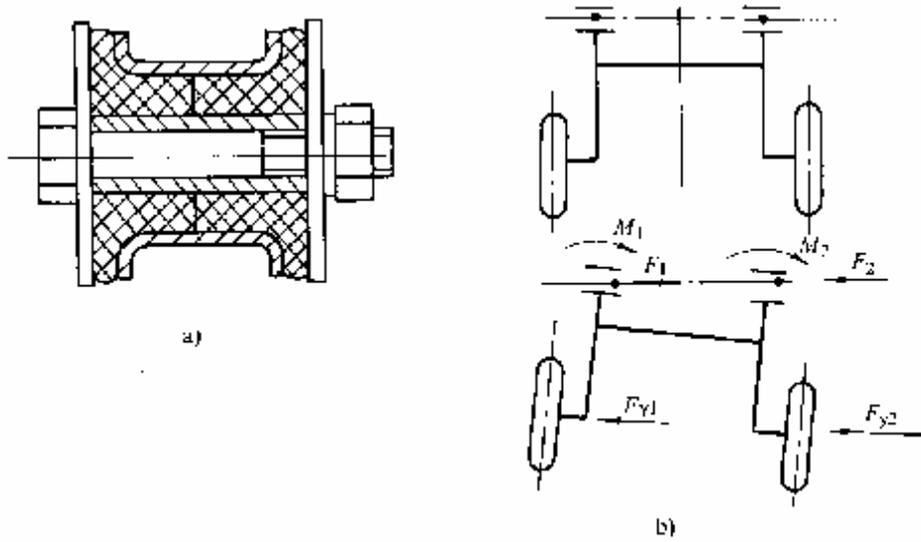


图6—5 传统橡胶衬套及其产生的轴转向效应

扭转梁随动臂式后悬架，除在表6—1中介绍的一些特点外，由于扭转梁随动臂式支承点处采用各向异性的橡胶衬套，既具有隔振性能，又能防止汽车因后轴轴转向而产生过多转向。图6—5a所示为悬架铰接点处采用传统橡胶衬套支座。因橡胶部分比较厚大，能较好地隔振、隔声。但是在侧向力作用下，由于橡胶的弹性作用，后轴会产生不利于操纵稳定性的

轴转向效应(图6—5b)。图6—6a所示橡胶衬套,在横截面上按对角线方向开有楔形孔,使之在不同的方向有不同的刚度。即沿汽车纵轴线方向衬套有较小的刚度,以保证汽车在驶过道路接缝或小凸起障碍时能较好地缓和冲击与振动;而当车轮承受 $F_{y1}$ 和 $F_{y2}$ 侧向力作用时,可将 $F_{y1}$ 和 $F_{y2}$ 简化到作用在衬套上的力 $F_1$ 、 $F_2$ 和力矩 $M_1$ 、 $M_2$ (图6—6c),橡胶衬套在侧向力 $F_1$ 、 $F_2$ 作用下,衬套内侧相对外侧移动,同时与锥形凸肩相互压紧(图6—6b),使纵向刚度和总扭转刚度增大,减轻了轴转向效应。因此,装用这种橡胶衬套的汽车转弯行驶时,比装用传统橡胶衬套的汽车具有更好的操纵稳定性。值得指出的是,在装配时要特别注意这种衬套的安装方向。

轿车后悬架采用纵置钢板弹簧非独立悬架,而前悬架采用双横臂式独立悬架时,能够通过将上横臂支承销轴线在纵向垂直平面上的投影设计成前高后低状,使悬架的纵向运动瞬心位于有利于减少制动前俯角处,使制动时车身纵倾减少,保持车身有良好的稳定性能(详见本章第五节)。

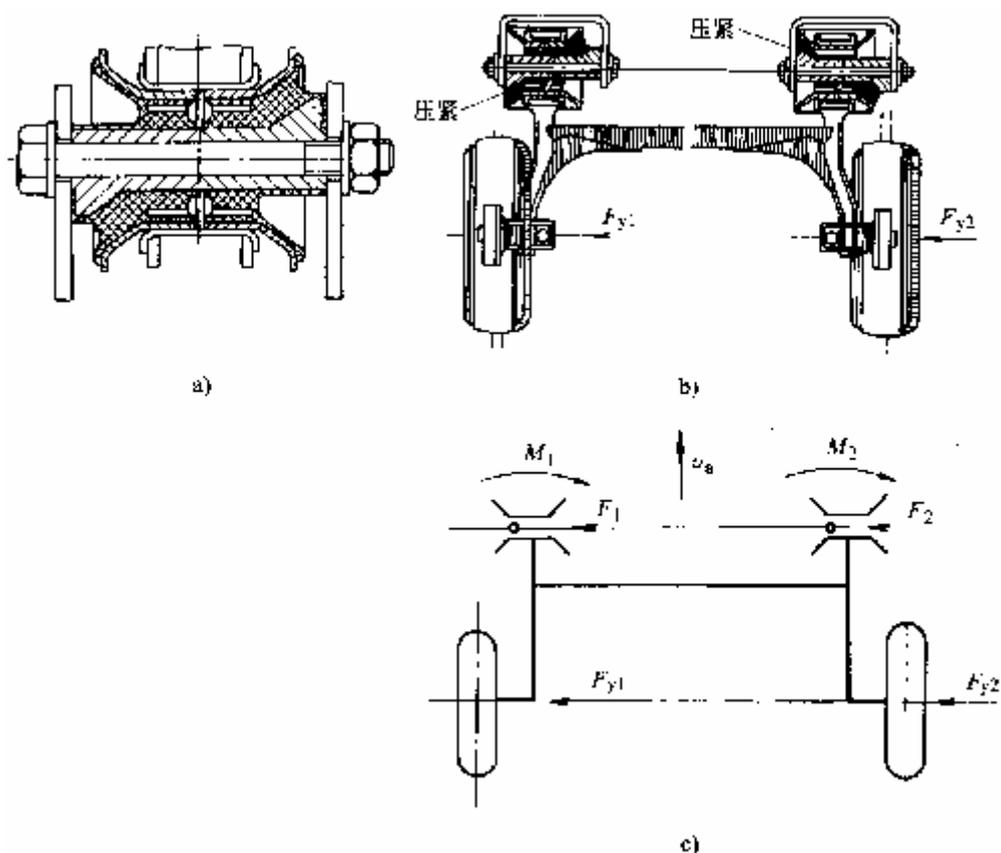


图6—6 扭转梁随动臂式悬架用橡胶衬套

#### 四、辅助元件

##### 1. 横向稳定器

通过减小悬架垂直刚度 $c$ ,能降低车身振动固有频率 $n$  ( $n = \sqrt{c/m_s}/2\pi$ ),达到改善汽

车平顺性的目的。但因为悬架的侧倾角刚度  $c_{\phi}$  和悬架垂直刚度  $c$  之间是正比关系，所以减小垂直刚度  $c$  的同时使侧倾角刚度  $c_{\phi}$  也减小，并使车厢侧倾角增加，结果车厢中的乘员会感到不舒适和降低了行车安全感。解决这一矛盾的主要方法就是在汽车上设置横向稳定器。有了横向稳定器，就可以做到在不增大悬架垂直刚度  $c$  的条件下，增大悬架的侧倾角刚度  $c_{\phi}$ 。

汽车转弯行驶产生的侧倾力矩，使内、外侧车轮的负荷发生转移，并影响车轮侧偏刚度  $K$  和车轮侧偏角变化。前、后轴(桥)车轮负荷转移大小，主要取决于前、后悬架的侧倾角刚度值。当前悬架侧倾角刚度  $c_{\phi 1}$  大于后悬架侧倾角刚度  $c_{\phi 2}$  时，前轴(轿)的车轮负荷转移大于后轴(桥)车轮上的负荷转移，并使前轮侧偏角  $\delta_1$  大于后轮侧偏角  $\delta_2$ ，以保证汽车有不足转向特性。在汽车前悬架上设置横向稳定器，能增大前悬架的侧倾角刚度。

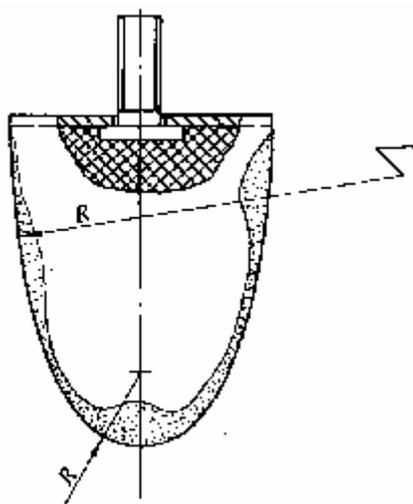


图6—7 橡胶缓冲块

汽车转弯行驶产生的侧倾力矩，使内、外侧车轮的负荷发生转移，并影响车轮侧偏刚度 $K$ 和车轮侧偏角 $\delta$ 变化。前、后轴(桥)车轮负荷转移大小，主要取决于前、后悬架的侧倾角刚度值。当前悬架侧倾角刚度 $c_{\phi 1}$ 大于后悬架侧倾角刚度 $c_{\phi 2}$ 时，前轴(轿)的车轮负荷转移大于后轴(桥)车轮上的负荷转移，并使前轮侧偏角 $\delta_1$ 大于后轮侧偏角 $\delta_2$ ，以保证汽车有不足转向特性。在汽车前悬架上设置横向稳定器，能增大前悬架的侧倾角刚度。

## 2. 缓冲块

缓冲块通常用如图6—7所示形状的橡胶制造。通过硫化将橡胶与钢板连接为一体，再经焊在钢板上的螺钉将缓冲块固定到车架(车身)或其它部位上，起到限制悬架最大行程的作用。

有些汽车装用多孔聚氨脂制成(图6—8)的几种形状的缓冲块，它兼有辅助弹性元件的作用。多孔聚氨脂是一种有很高强度和耐磨性能的复合材料。这种材料起泡时就形成了致密的耐磨外层，它保护内部的发泡部分不受损伤。由于在该材料中有封闭的气泡，在载荷作用下弹性元件被压缩，但其外廓尺寸增加却不大，这点与橡胶不同。有些汽车的缓冲块装在减振器上。

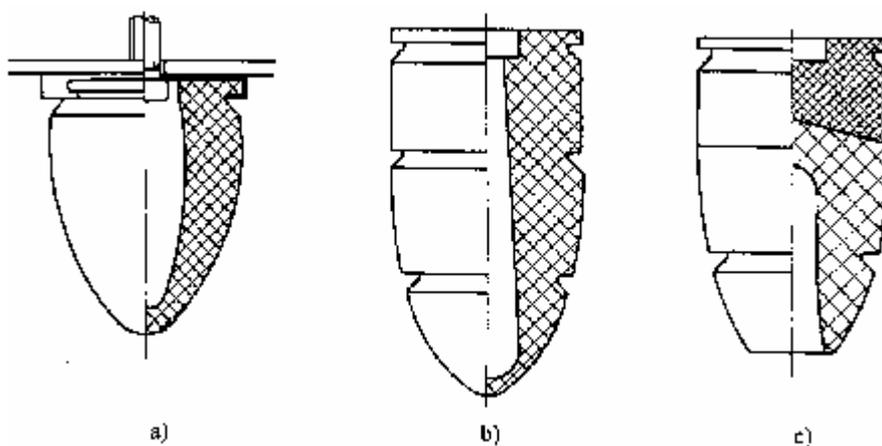


图6—8 由多孔聚氨脂制成的辅助弹性元件形状