

第二十二章 悬架



汽车驱动桥与悬架的关系

§ 22-1 概述

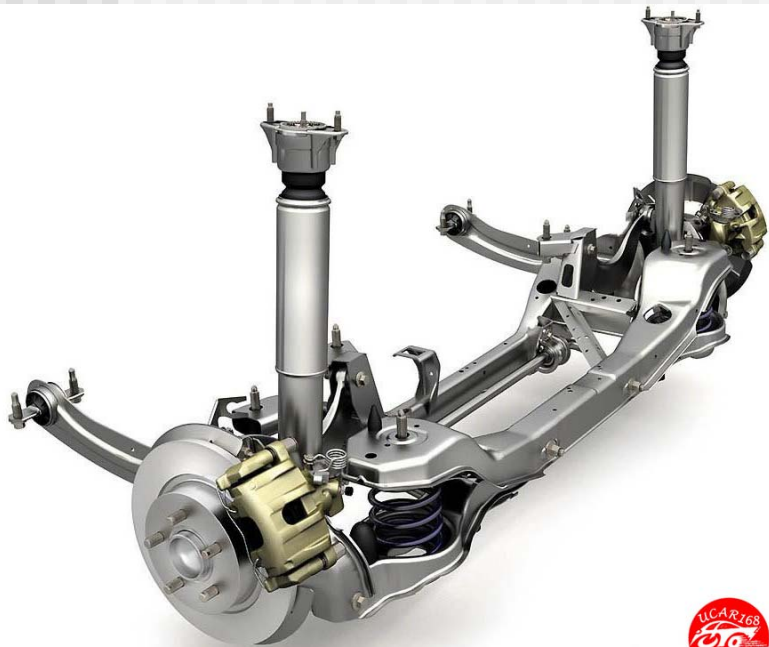
- **悬架**:是车架(或承载式车身)与车桥(或车轮)之间的一切传力连接装置的总称。



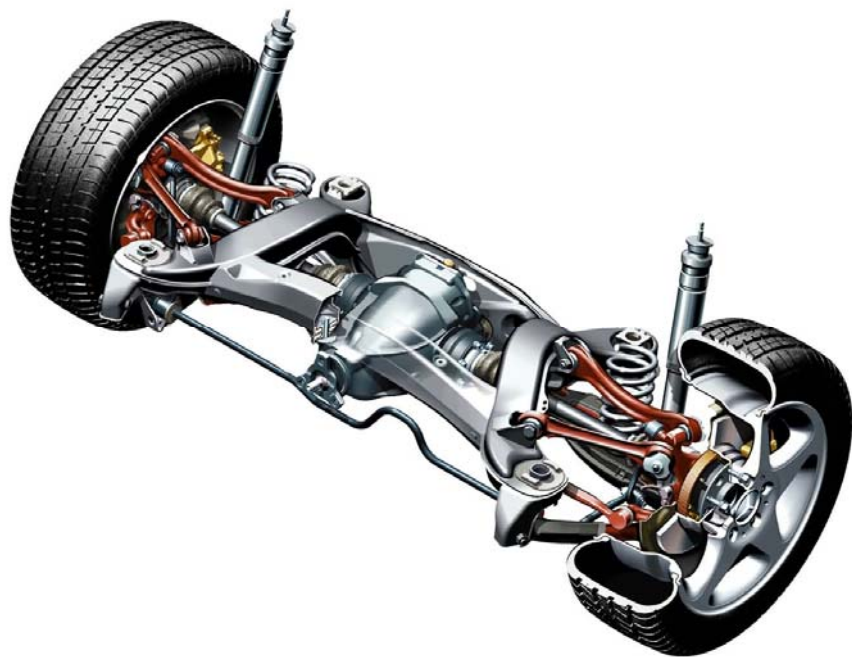
一、悬架的功用和组成

1、悬架的功用

- **传力**：把路面作用于车轮上的垂直反力、纵向反力和侧向反力以及这些反力所造成的力矩传递到车架（或承载式车身）上，保证汽车的正常行驶，即起传力作用；
- **缓冲减振**：利用弹性元件和减振器起到缓冲减振的作用；
- **导向**：利用悬架的某些传力构件使车轮按一定轨迹相对于车架或车身跳动，即起导向作用
- **横向稳定**：利用悬架中的辅助弹性元件横向稳定器，防止车身在转向等行驶情况下发生过大的侧向倾斜。



UCAR168
www.ucar168.



奥杰汽车网
www.ajqw.com



上海桑塔纳轿车前桥（转向驱动桥）

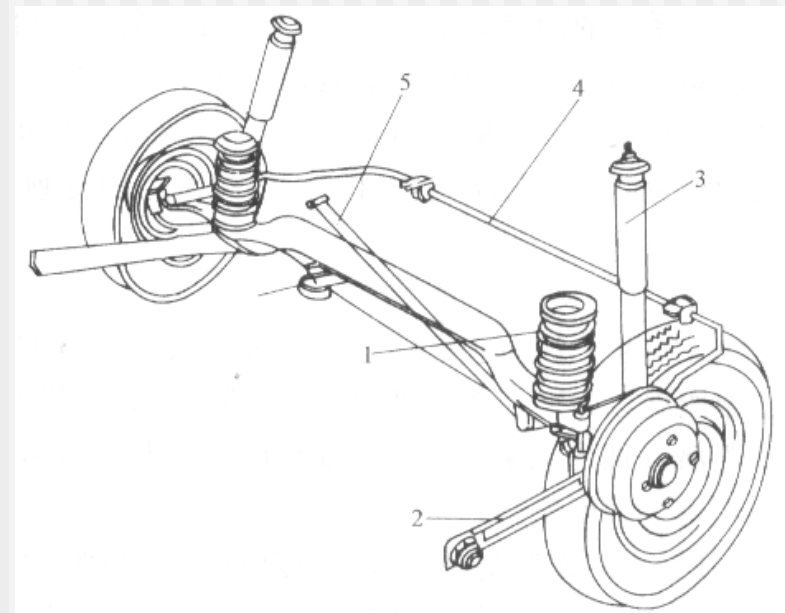
2、悬架的组成

- **弹性元件**：缓和冲击
- **减振器**：使震动迅速衰减
- **导向机构(纵、横向推力杆)**：
使车轮按一定的轨迹相对于车架和车身跳动
- **横向稳定器**：防止车身产生过大侧倾

功能：

缓冲、减振、导向、传力

并非要全部装置



二、悬架系统的自然振动频率

- 悬架系统的自然振动频率与汽车的平顺性（也称舒适性）有直接关系。

人体最舒适的频率范围为1 ~ 1.6Hz

$$n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{M}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{f}}$$

g — 重力加速度

f — 悬架垂直变形（挠度）

M — 悬架簧载质量

K ($=Mg/f$) — 悬架刚度：车轮中心相对于车架和车身向上移动的单位距离所需加于悬架上的垂直载荷

- 在悬架所受垂直载荷一定时，悬架刚度越小，则汽车自然振动频率越低。但悬架刚度越小，在一定载荷下悬架垂直变形就越大，故实际上货车的车身自然振动频率往往偏高（悬架刚度大）。
- 当悬架刚度一定时，簧载质量越大，则悬架垂直变形越大，而自然振动频率越低。故货车空载行驶时的车身自然振动频率要比满载行驶时的高。

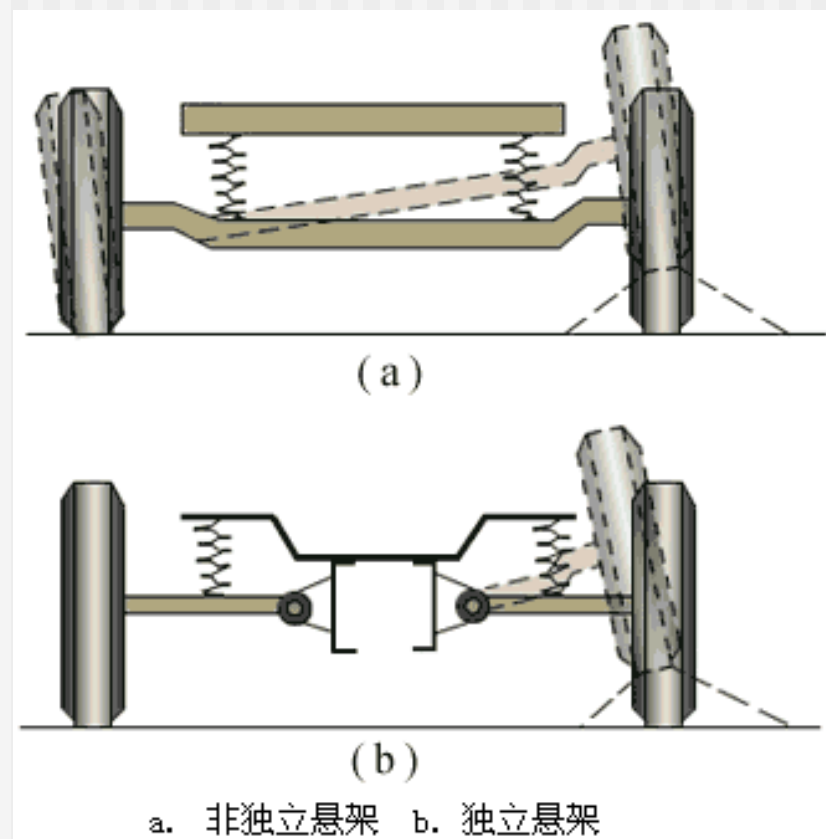
$$n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{M}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{f}}$$

M — 悬架簧载质量

K ($= Mg / f$) — 悬架刚度:

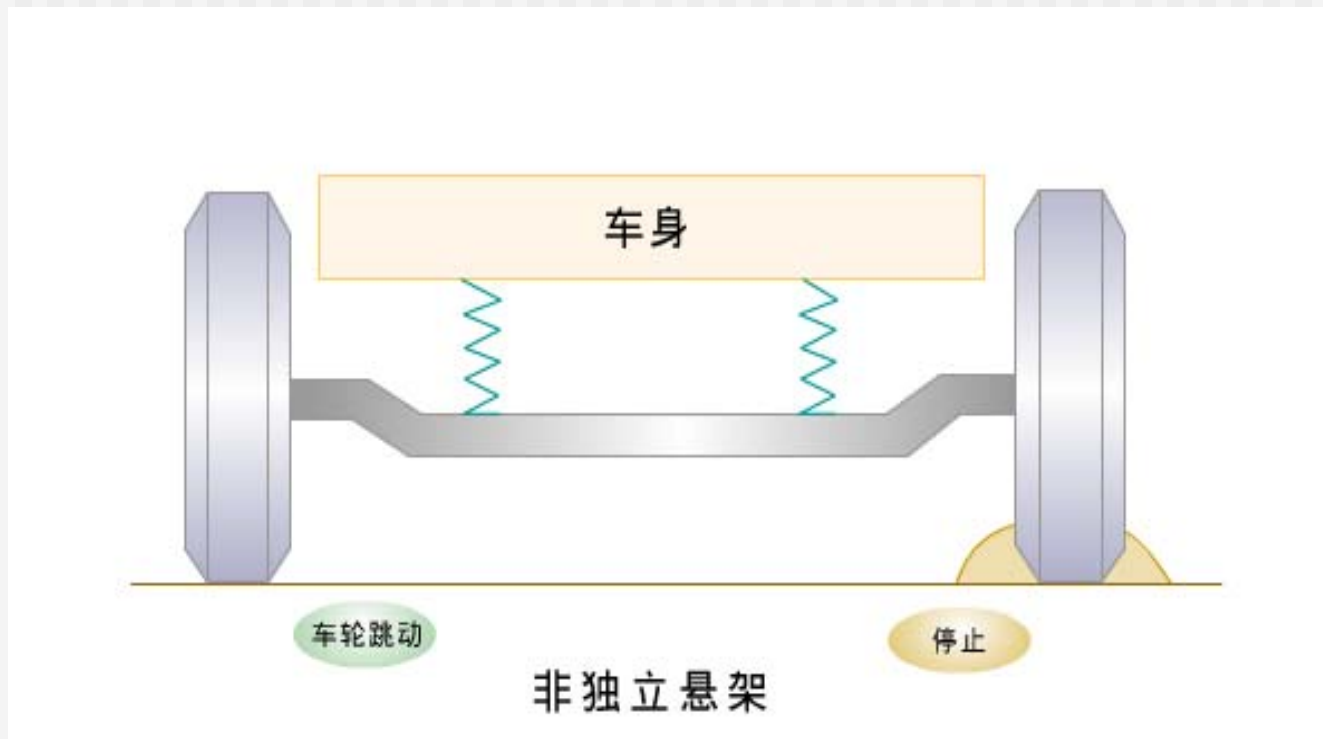
三、汽车悬架的类型

- 非独立悬架:
- 独立悬架:



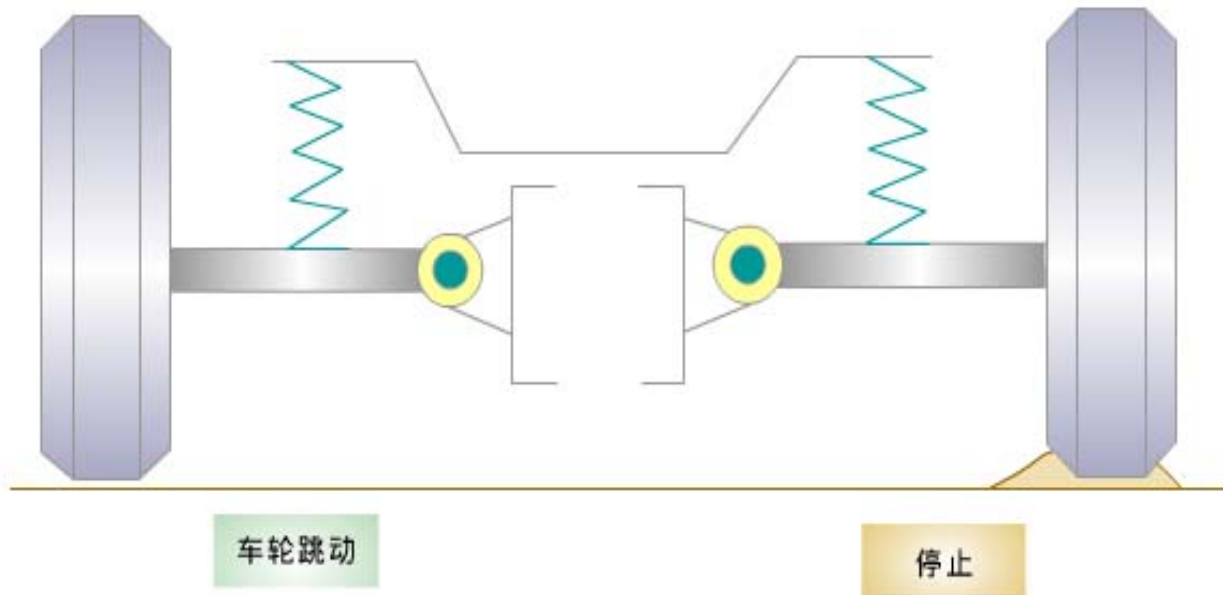
1、非独立悬架

- 非独立悬架的特点是：两侧车轮通过整体式车桥相连，车桥通过车桥一起通过悬架与车架或车身相连。



2、独立悬架

- 车桥做成断开的，每一侧的车轮可以单独的通过悬架与车架或车身连接，两侧车轮可以单独跳动，互不影响。



独立悬架

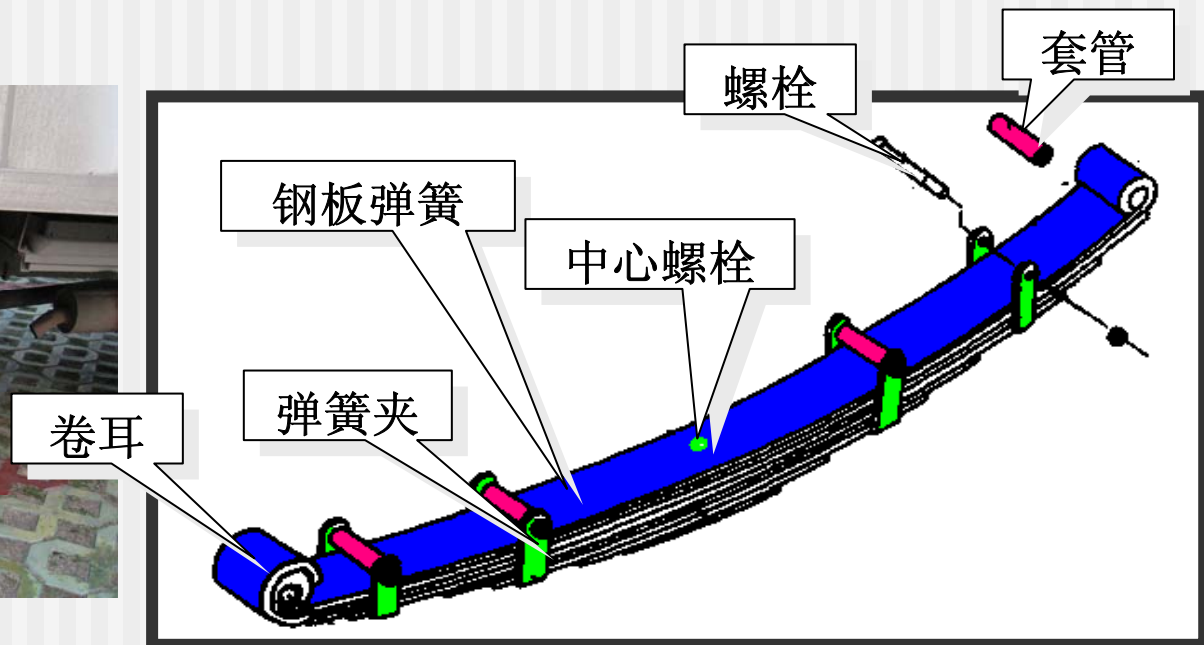
§ 22-2 弹性元件

- **钢板弹簧**，同时具有弹性元件和导向机构的作用。
- **螺旋弹簧**，广泛用于独立悬架，有等螺距不变刚度螺旋弹簧和变螺距变刚度螺旋弹簧两类。
- **扭杆弹簧**
- **气体弹簧** 有囊式空气弹簧、膜式空气弹簧和油气弹簧等三类
- **橡胶弹簧**

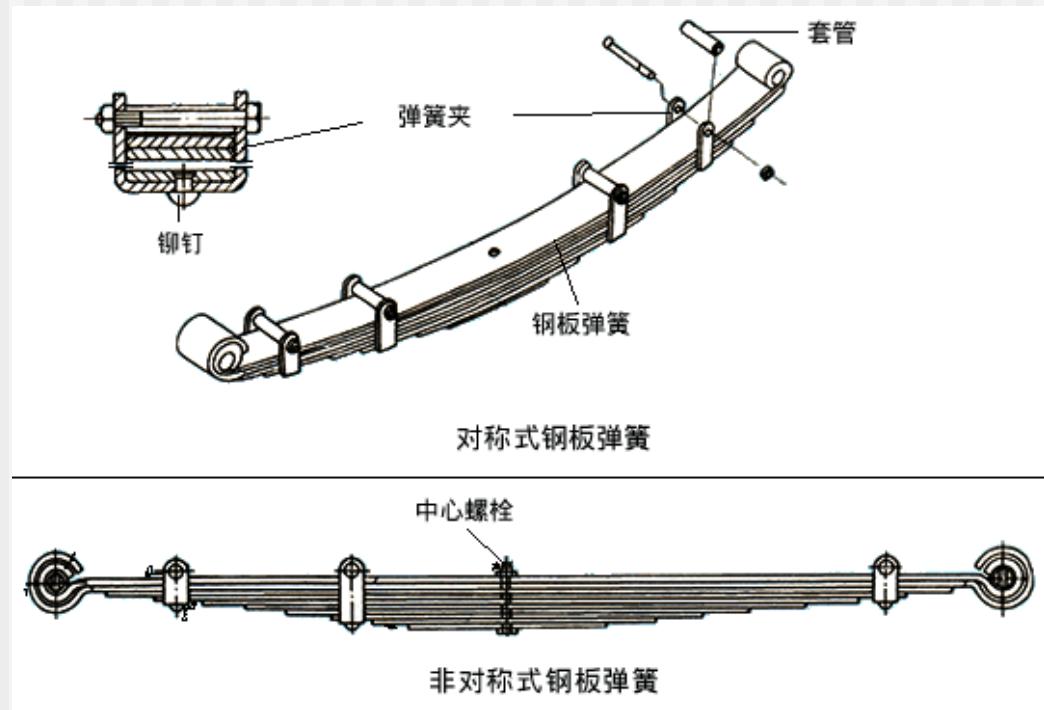
一、钢板弹簧

作用：既有弹性元件的作用，又可起到导向和减振作用。

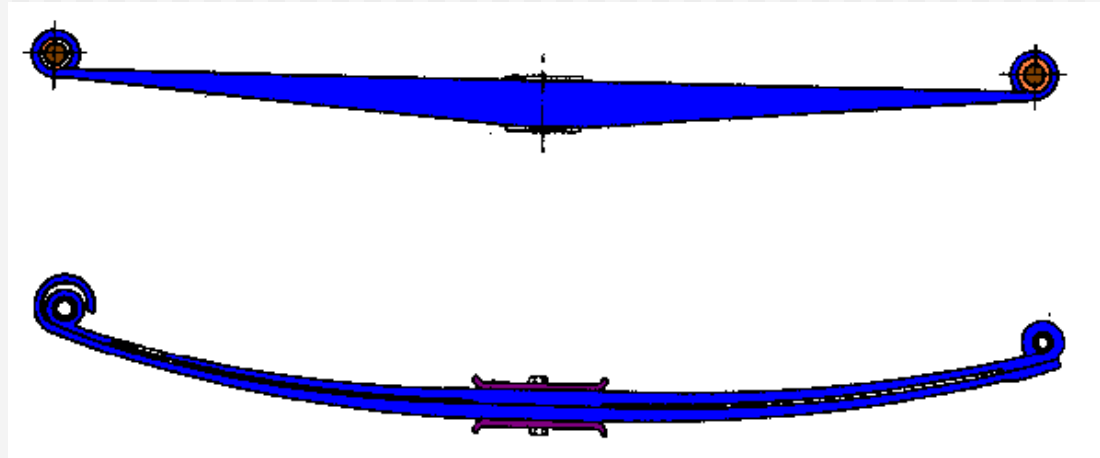
结构：



- 中心螺栓距两端卷耳中心的距离相等时，称为**对称式钢板弹簧**，不相等时，称为**非对称式钢板弹簧**。
- 多片式钢板弹簧可以同时起到缓冲、减振、导向和传力的作用，用于货车后悬架可以不装减振器。



单片或少片变截面钢板弹簧(2-3片)



- 克服多片钢板弹簧质量大、性能差的缺点
- 据统计，在两种弹簧寿命相等的情况下，少片变截面钢板弹簧可减少质量40%~60%。因此，这种弹簧对车辆的轻量化、节约能源和节约合金弹簧钢材大为有利，故应用日渐广泛。

二、螺旋弹簧

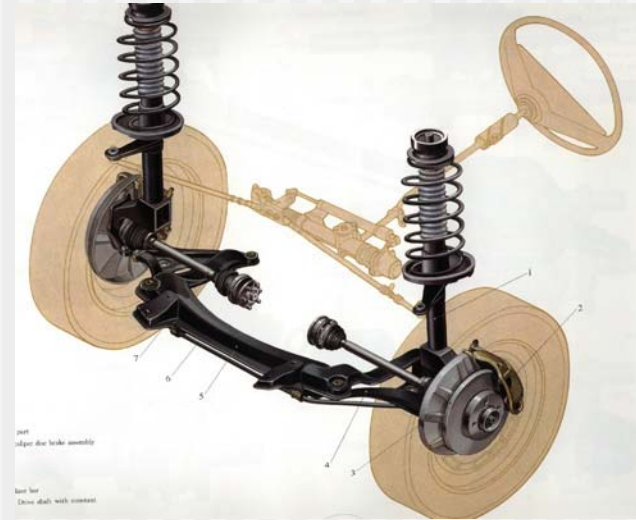
■ 广泛应用于独立悬架，在有些轿车的后轮非独立悬架中，其弹性元件也采用螺旋弹簧

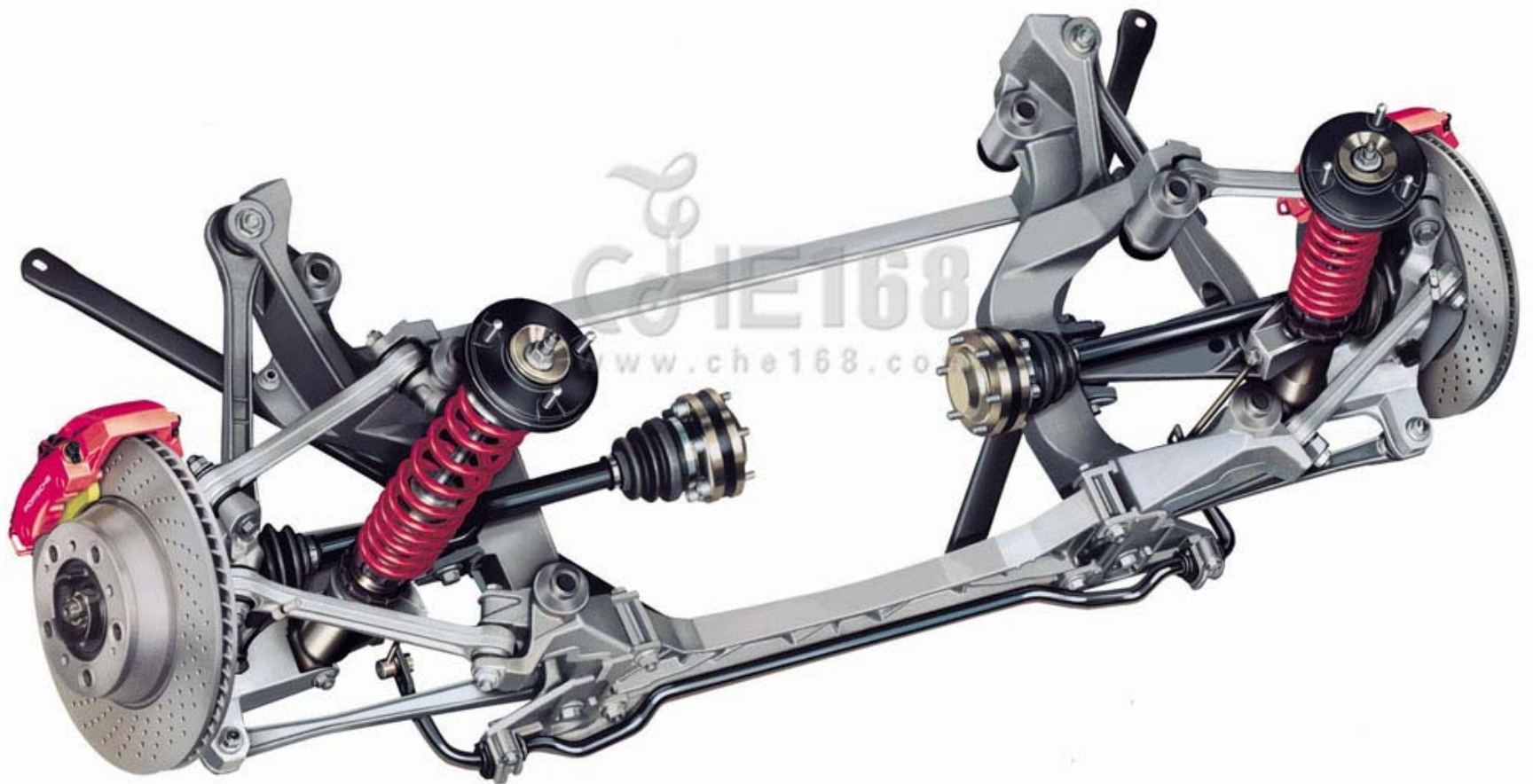
优点：无需润滑，不忌污泥；安置它所需的纵向空间不大；弹簧本身质量小

缺点：

■ 螺旋弹簧本身没有减振作用，必须另装减振器。

■ 此外，螺旋弹簧只能承受垂直载荷，故必须装设导向机构以传递垂直力以外的各种力和力矩。

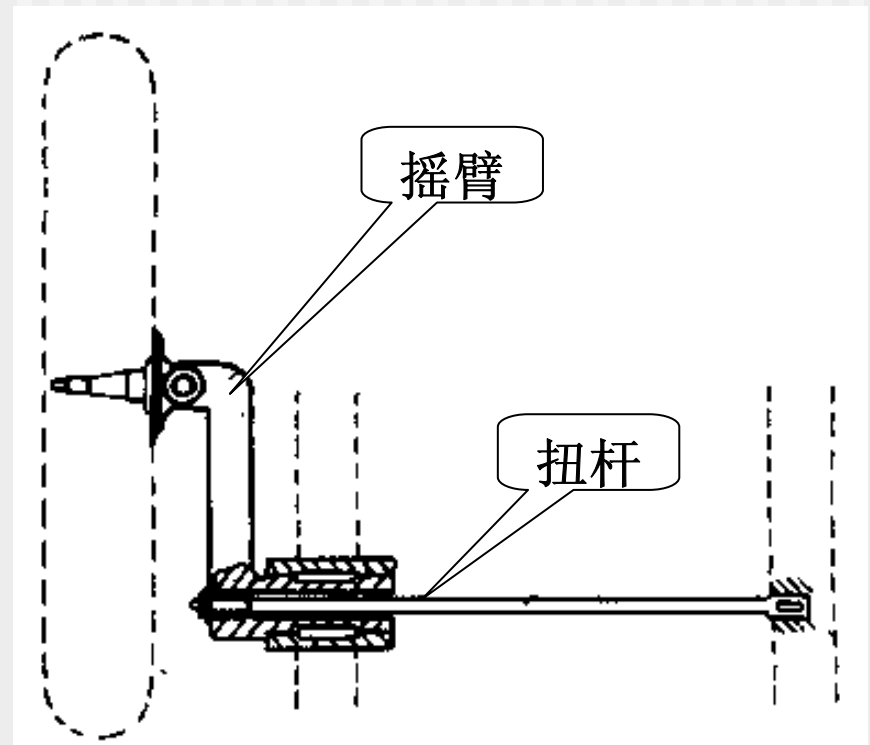
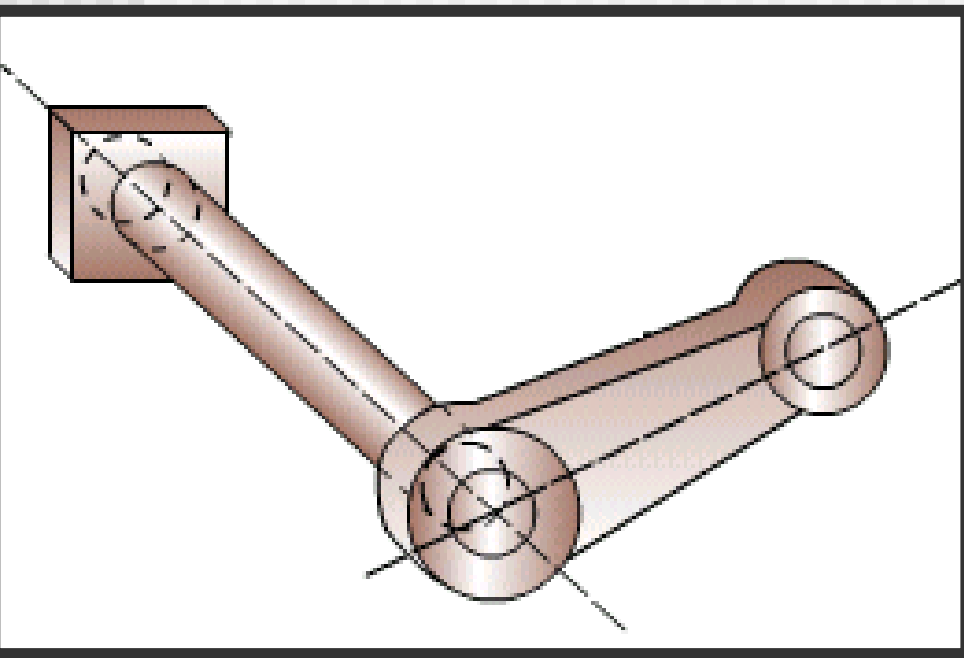


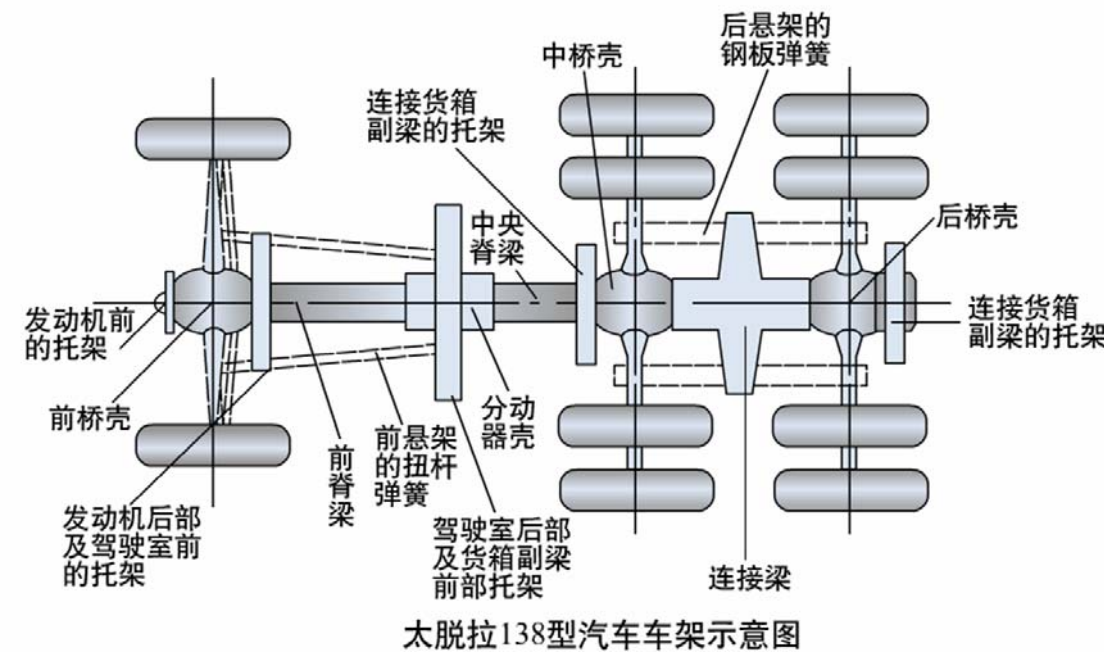


三、扭杆弹簧

功用：

当车轮跳动时，摆臂便绕着扭杆轴线摆动，使扭杆产生扭转变形，以保证车轮与车架弹性连接。





扭杆弹簧优点:

- 扭杆弹簧单位质量的蓄能量是钢板弹簧的3倍，比螺旋弹簧也高，因此，采用扭杆弹簧的悬架质量较轻，结构较简单，不需润滑，易实现车身高度的自动调节
- 布置比较方便，可横可纵

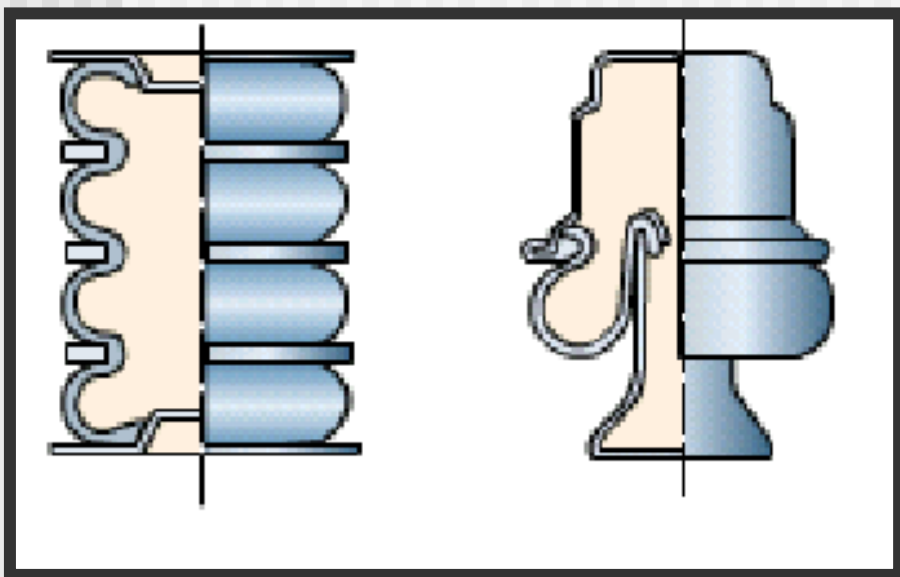
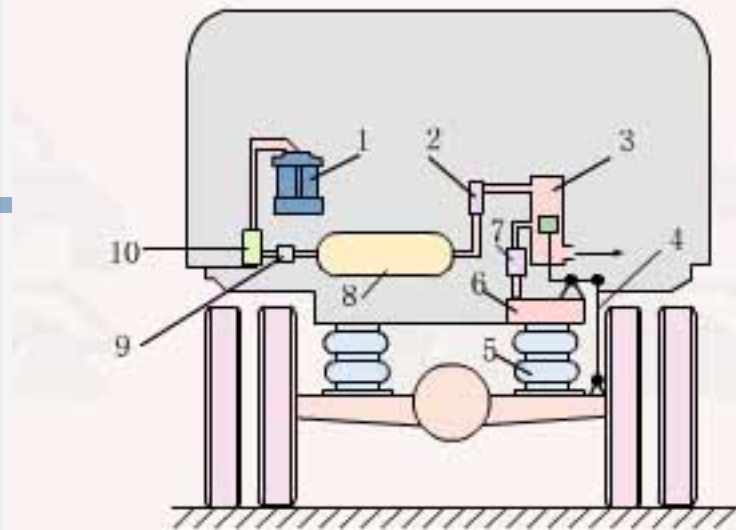


四、气体弹簧 - 变刚度

- 气体弹簧是在一个密封的容器中充入压缩气体，利用气体可压缩性实现弹簧的作用。
- **特点：**作用在弹簧上的载荷增加时，容器中气压升高，弹簧刚度增大；反之，当载荷减小时，气压下降，刚度减小。气体弹簧具有理想的变刚度特性。
- 空气弹簧
- 油气弹簧

空气弹簧

- 囊式空气弹簧
- 膜片空气弹簧
- 可改变高度、刚度
- 特点：质量小、寿命长、高度尺寸大，弹簧刚性可变



五、橡胶弹簧

- 优点：单位质量的蓄能量较金属弹簧多，隔音蓄能好，工作无噪音，不需要润滑
- 由于橡胶的内摩擦较大，具有一定的减震能力。
- 用途：悬架副簧和缓冲块

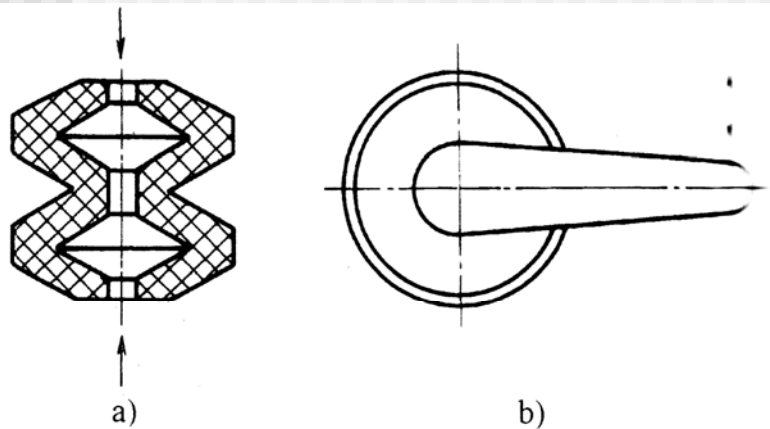


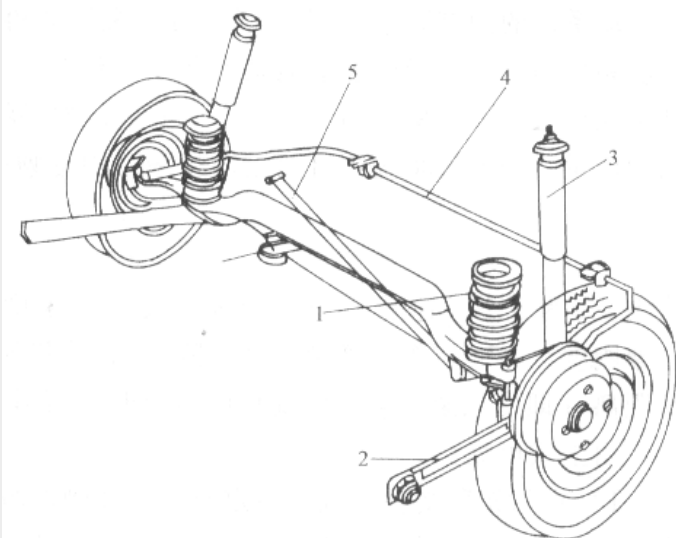
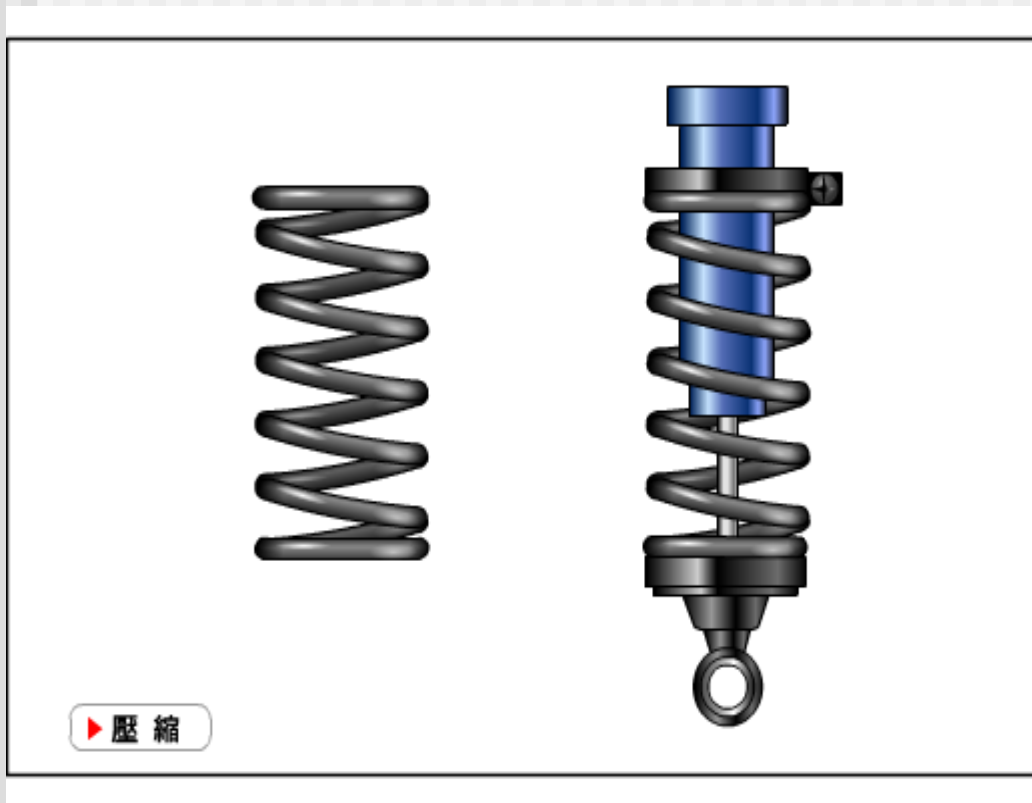
图 22-13 橡胶弹簧

a) 受压缩载荷; b) 受扭转载荷



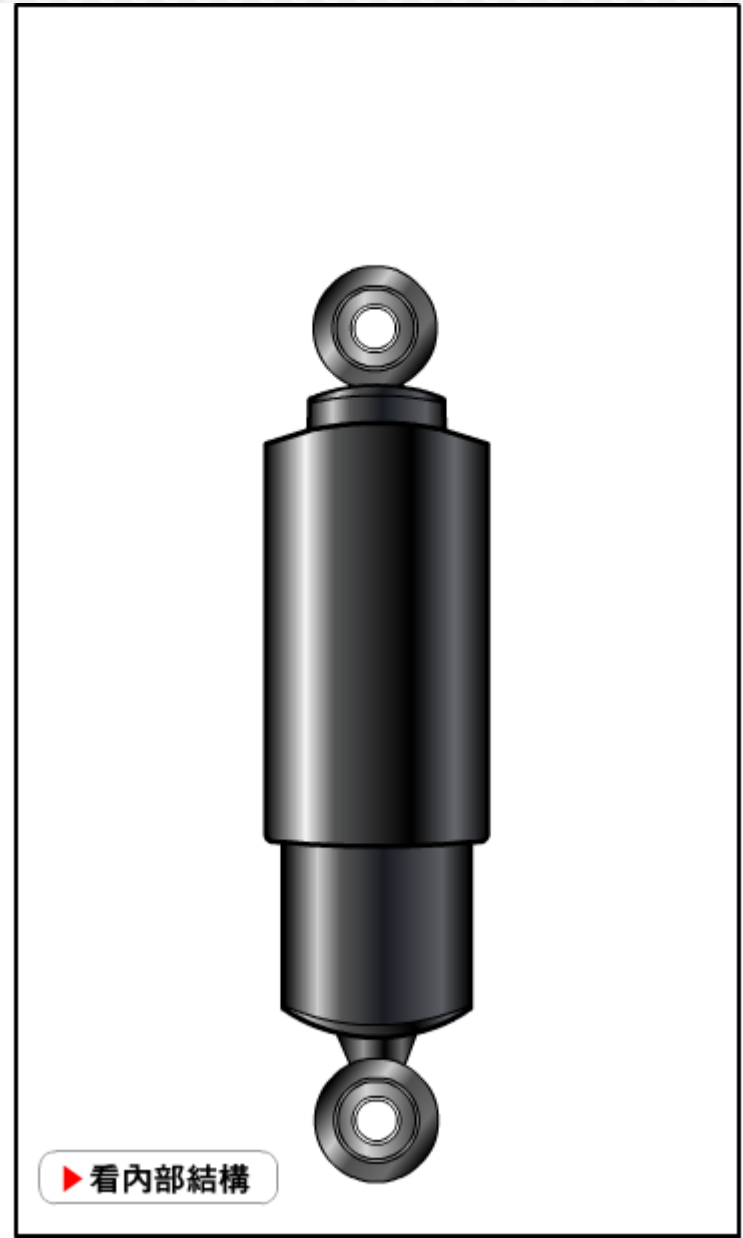
§ 22-3 减振器

- 作用：使振动迅速衰减，改善行驶平顺性



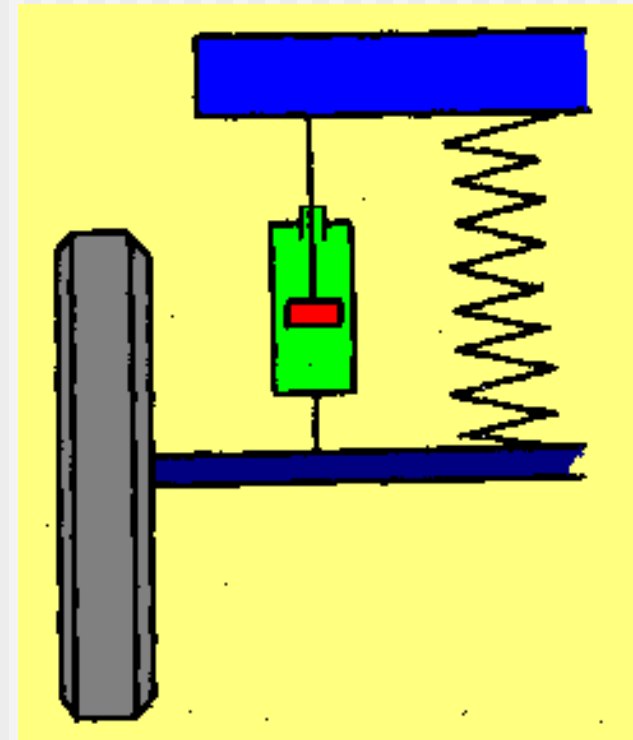
液力减振器原理:

- 减振器壳体內的油液往復地從內腔通過一些窄小的孔隙流入另一腔，此時孔壁與油液間的摩擦及液體分子內摩擦便形成對振動的阻尼力。
- 振動能量 \longrightarrow 熱能



对减振器要求

- 在悬架压缩行程减振器阻尼力应较小，以便充分利用弹元件的弹性来缓和冲击。
- 在悬架伸张行程内，减振器的阻尼力应较大，以求迅速减振。
- 当车桥(或车轮)与车架的相对速度较大时，减振器应当能自动加大液流通道截面积，使阻尼力始终保持在一定限度之内，以避免承受过大的冲击载荷。



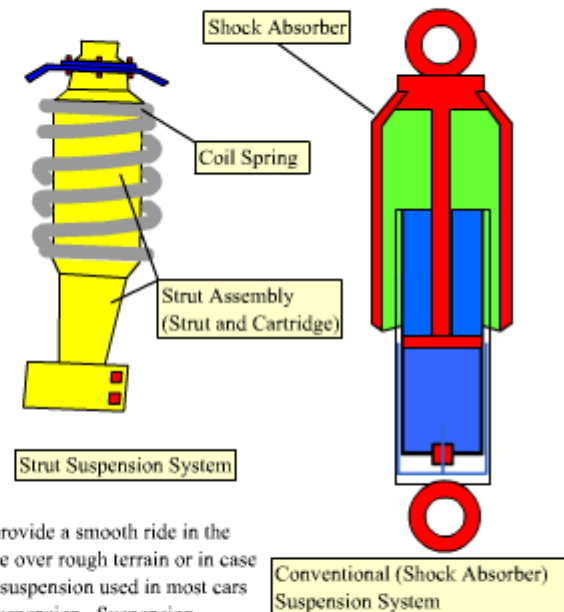
减振器的分类

按其作用方式不同

- 双向作用式减振器
(压缩和伸张)
- 单向作用式减振器
(伸张行程)

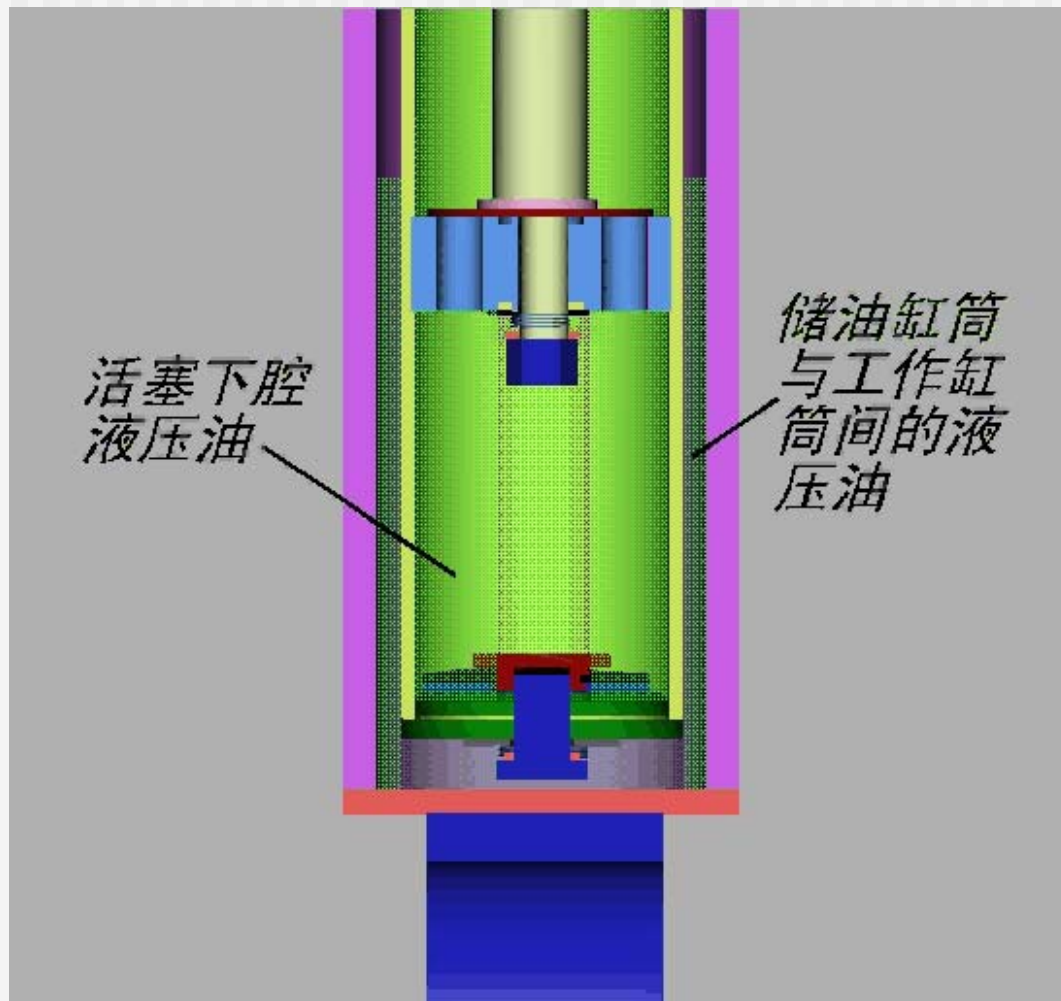
Suspension Systems

Click on a label for more information

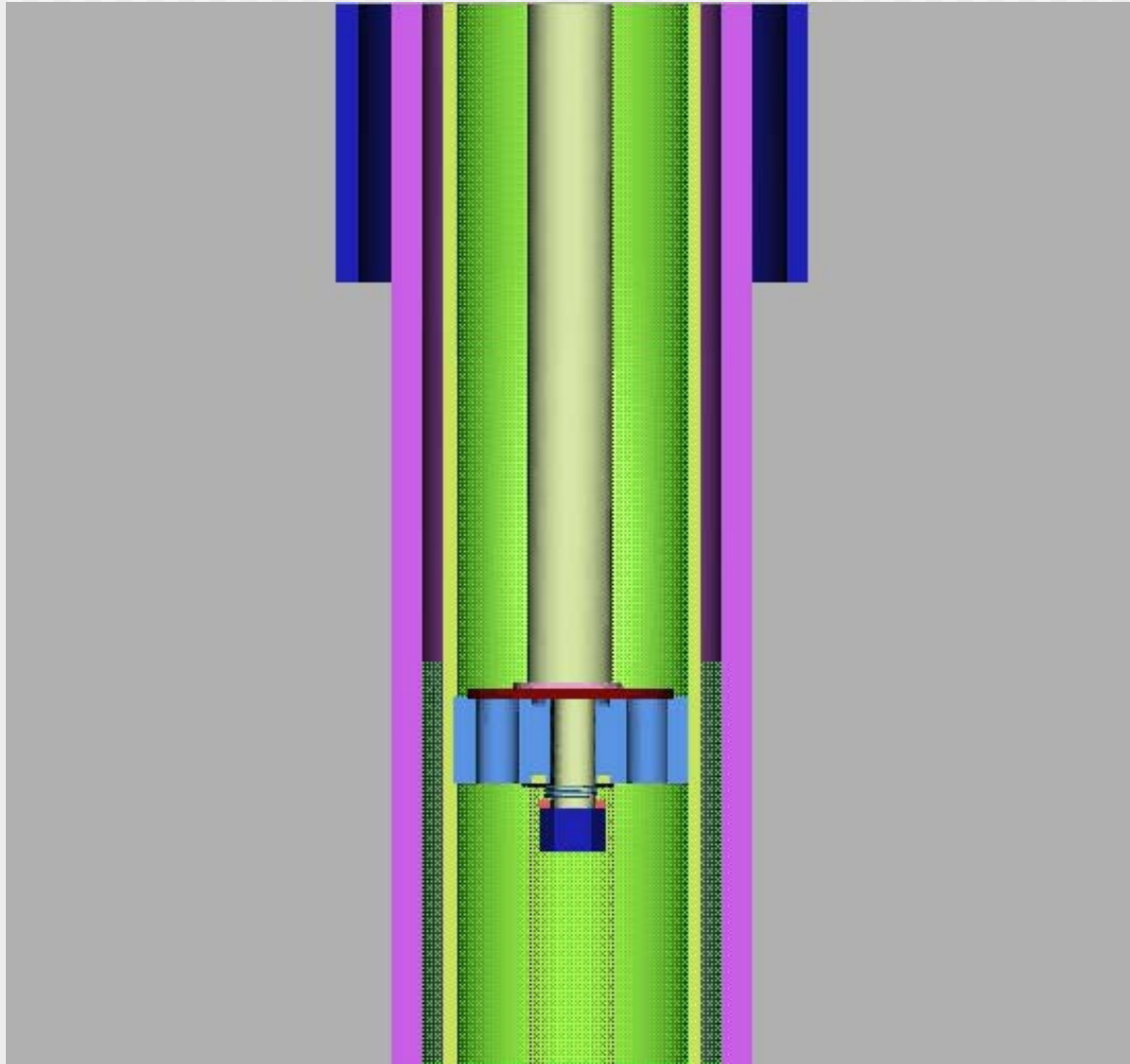


The purpose of the Suspension system is to provide a smooth ride in the car and to help maintain control of the vehicle over rough terrain or in case of sudden stops. There are two basic types of suspension used in most cars today. Strut Suspension and Conventional Suspension. Suspension systems control the movement of the car and keep the tires in contact with the road, providing a better, and safer, ride.

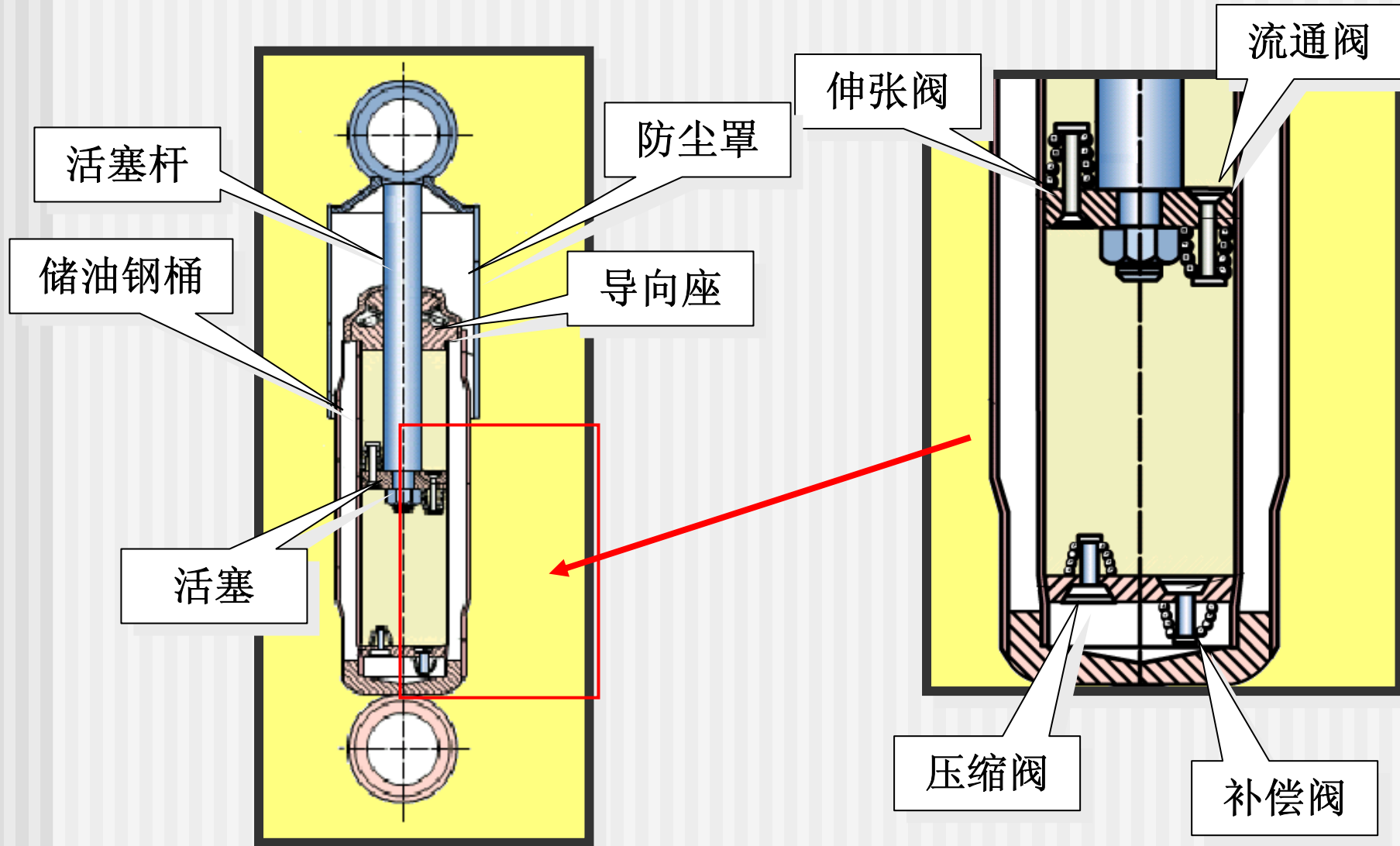
一、双向作用筒式减振器



一、双向作用筒式减振器



一、双向作用筒式减振器

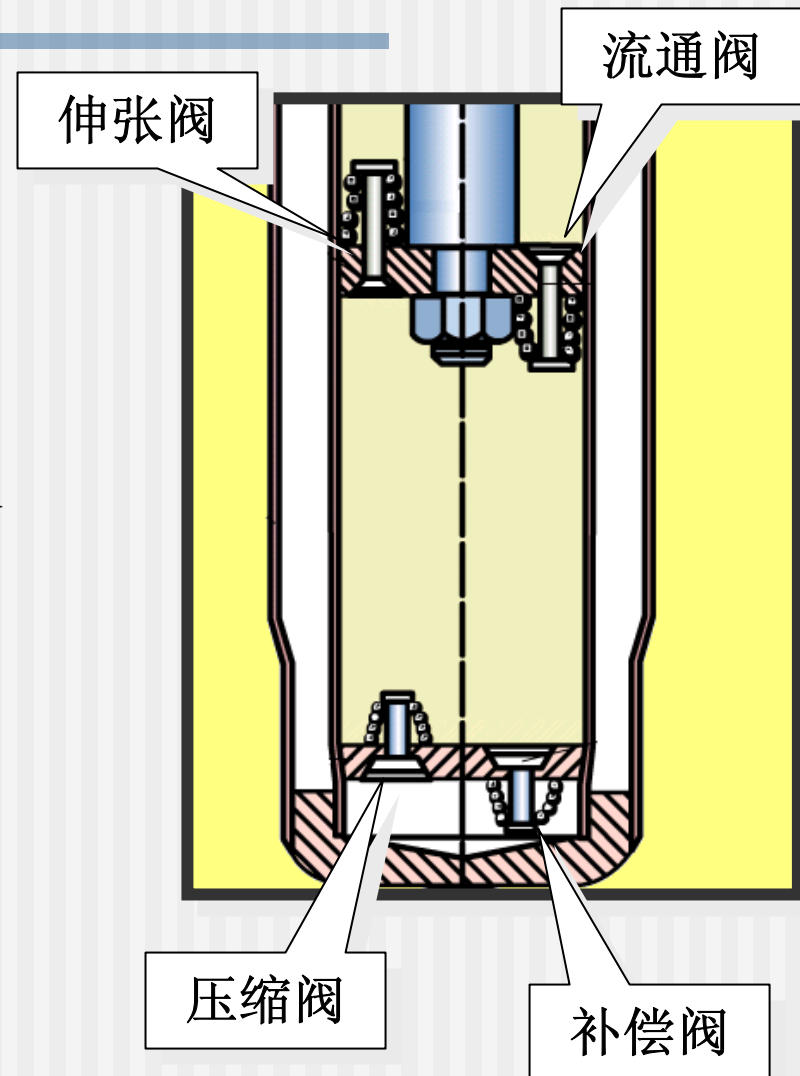


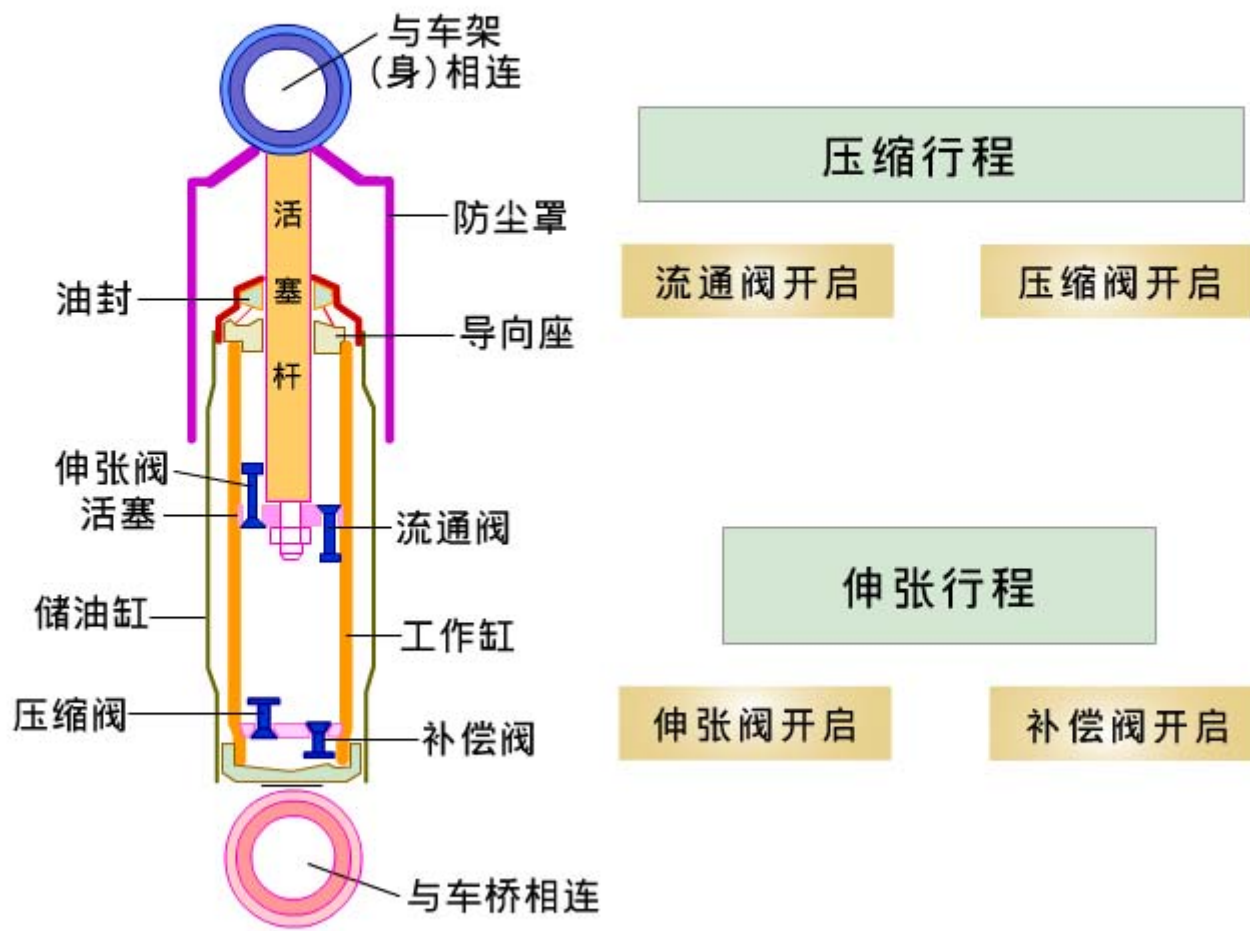
双向作用筒式减振器

压缩行程压缩阀的节流阻力随活塞的运动速度而变化

伸张行程阻尼力也应随活塞的运动速度而变化

伸张阀弹簧刚度和预紧力比压缩阀大，伸张阀小于压缩阀及相应的缝隙通道截面积总和

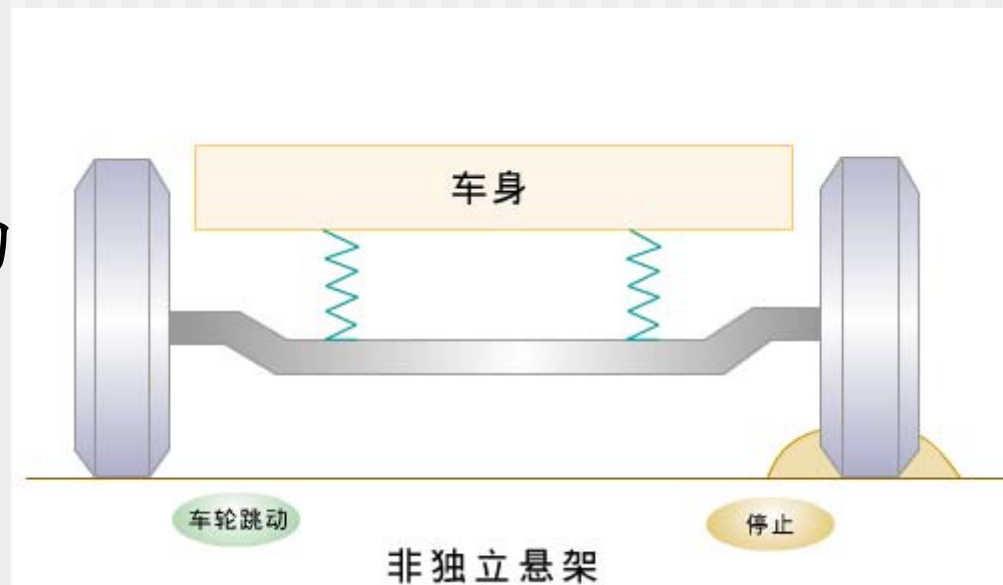




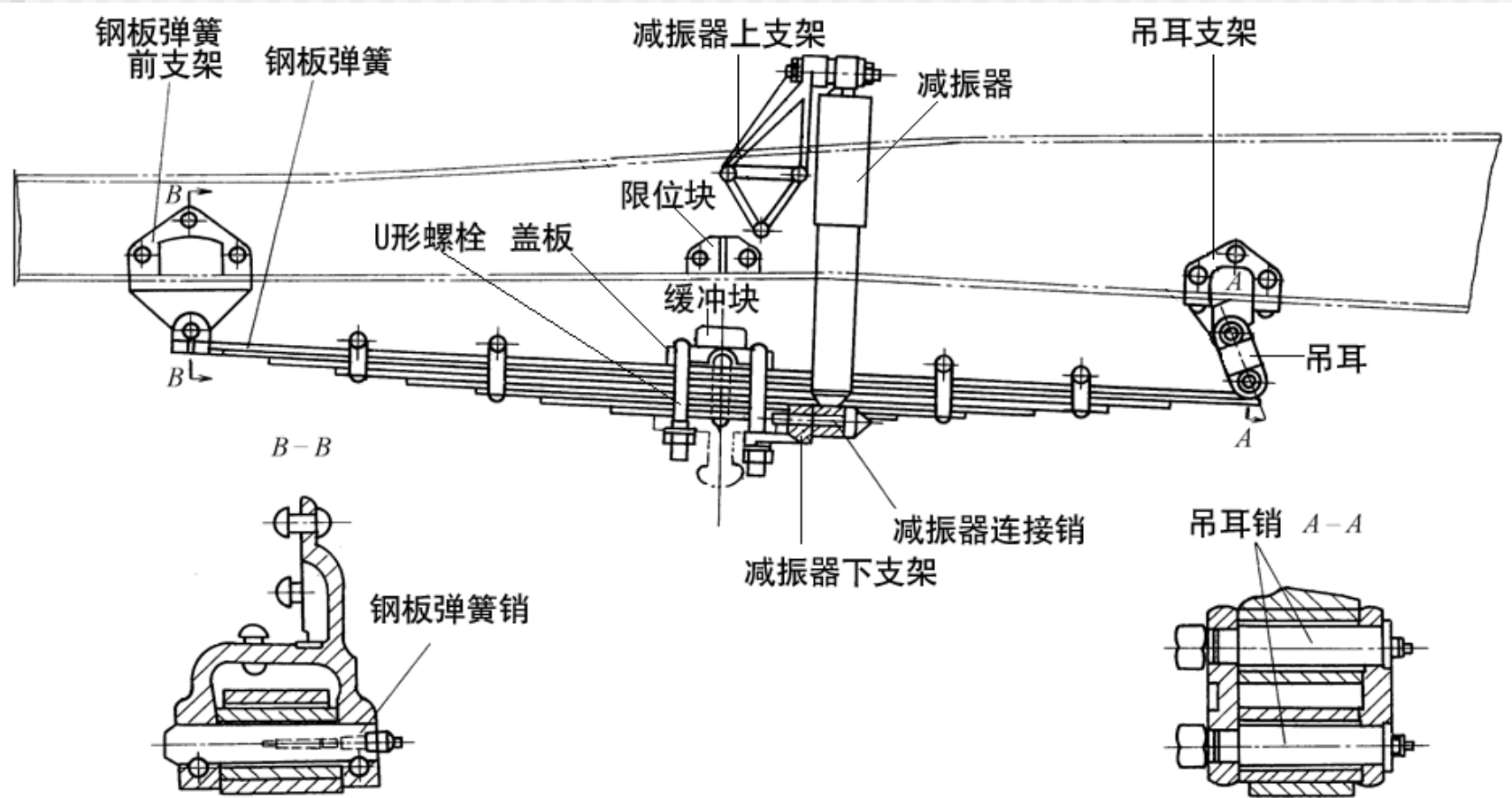
双向作用筒式减振器工作原理

§ 22-4 非独立悬架

- 非独立悬架因其结构简单，工作可靠，被广泛应用于货车的前、后悬架。少数轿车中，非独立悬架仅用作后悬架。
 - 螺旋弹簧
 - 气体弹簧
 - 钢板弹簧 - 减震、导向
- } 需导向机构



一、钢板弹簧非独立悬架



解放CA1091型汽车的前悬架

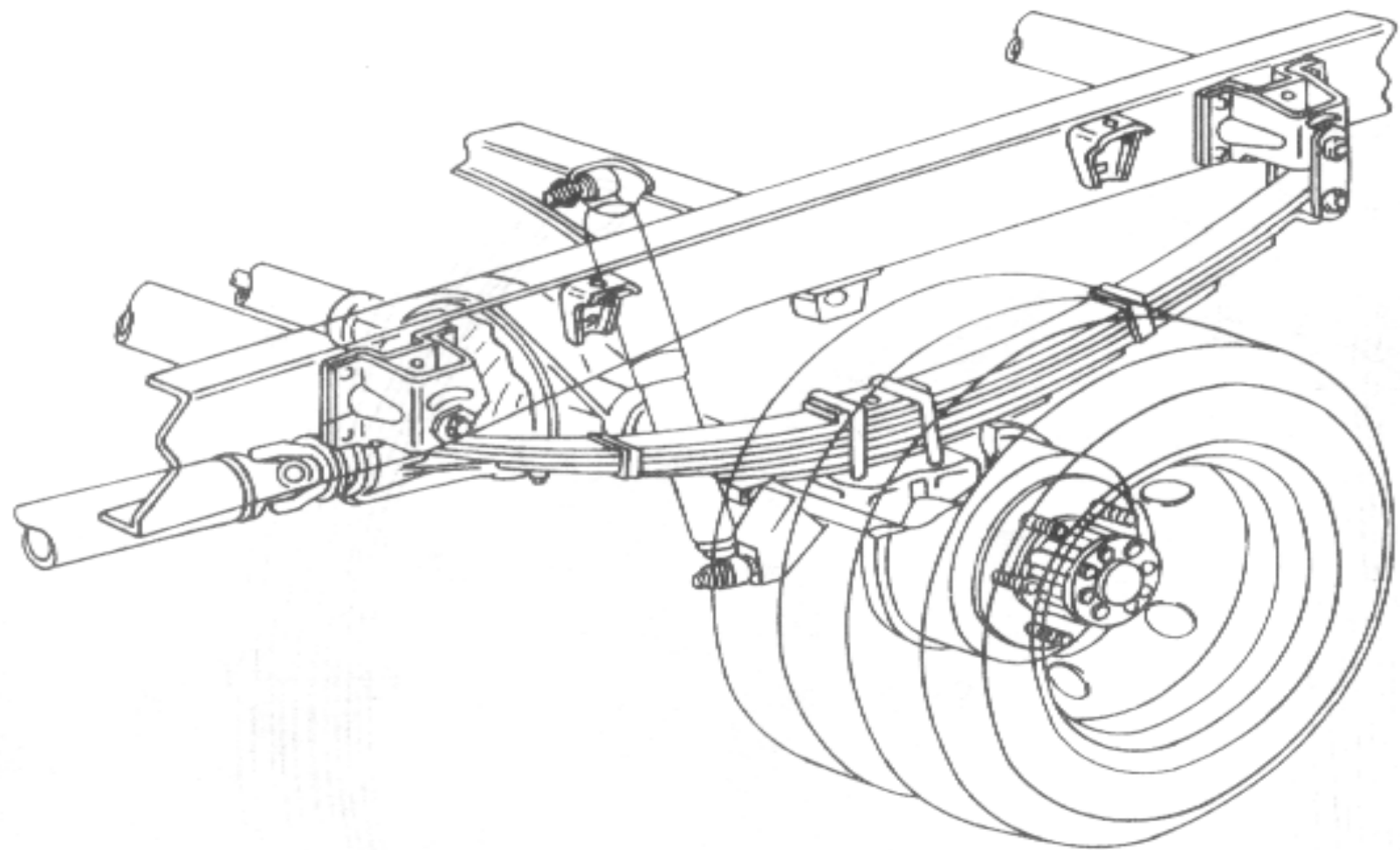
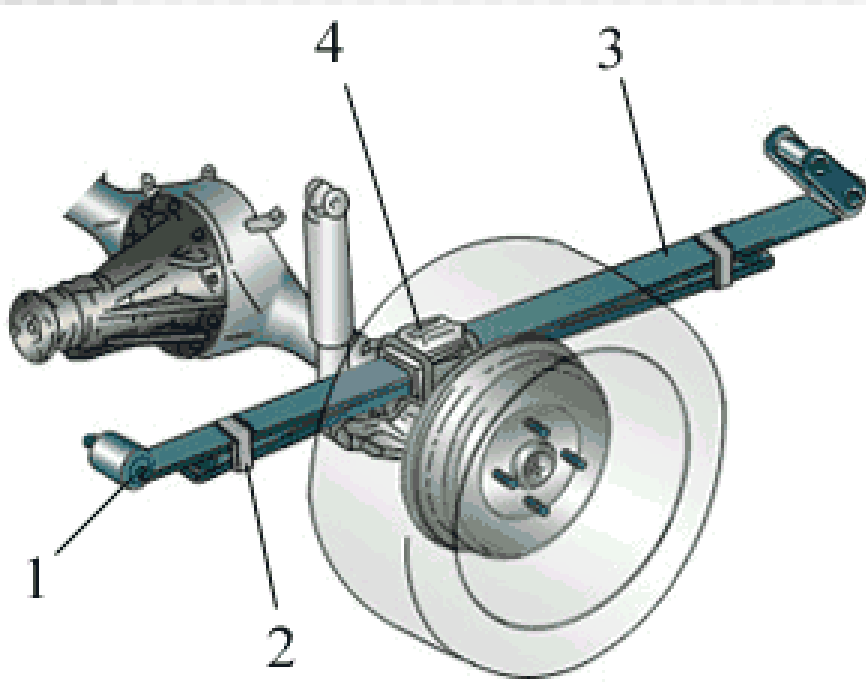


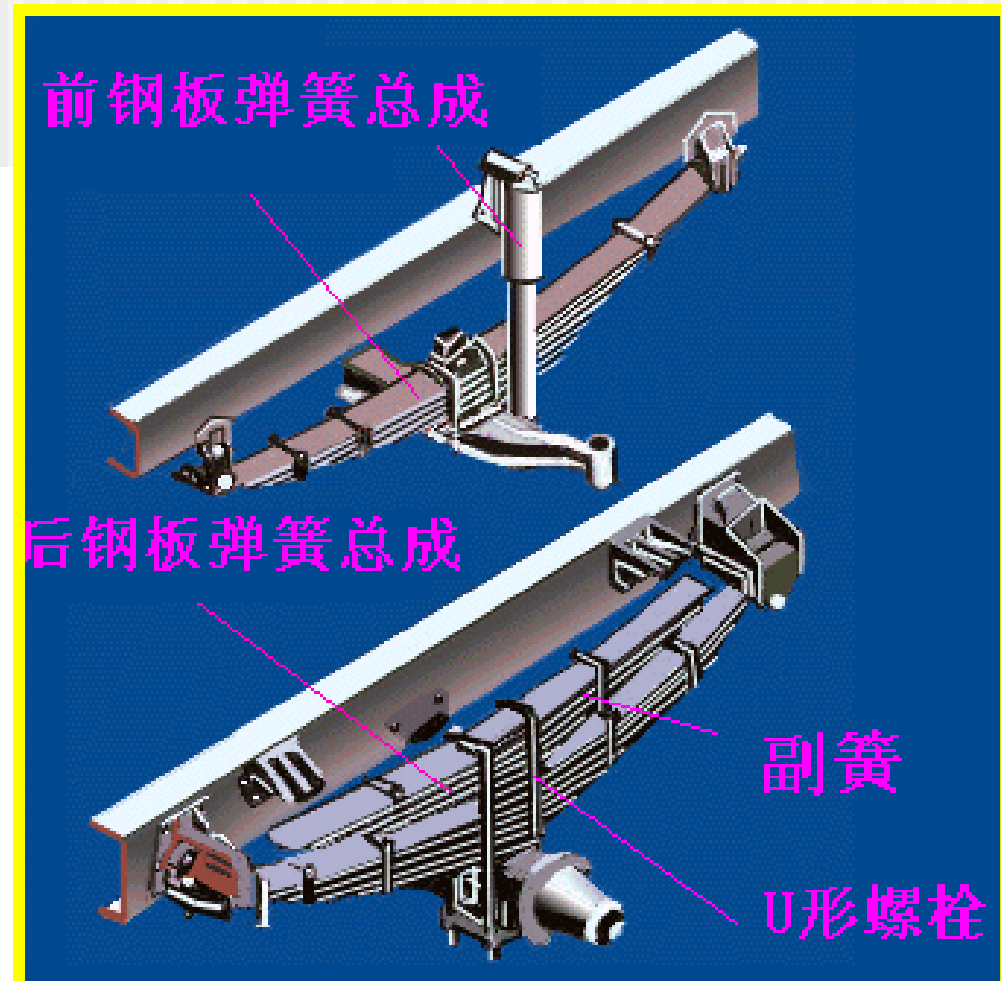
图 22-27 南京依维柯轻型货车后悬架

钢板弹簧的安装

刚度可变一副簧



1-卷耳 2-弹簧夹 3-钢板弹簧 4-中心螺栓



渐变刚度钢板弹簧

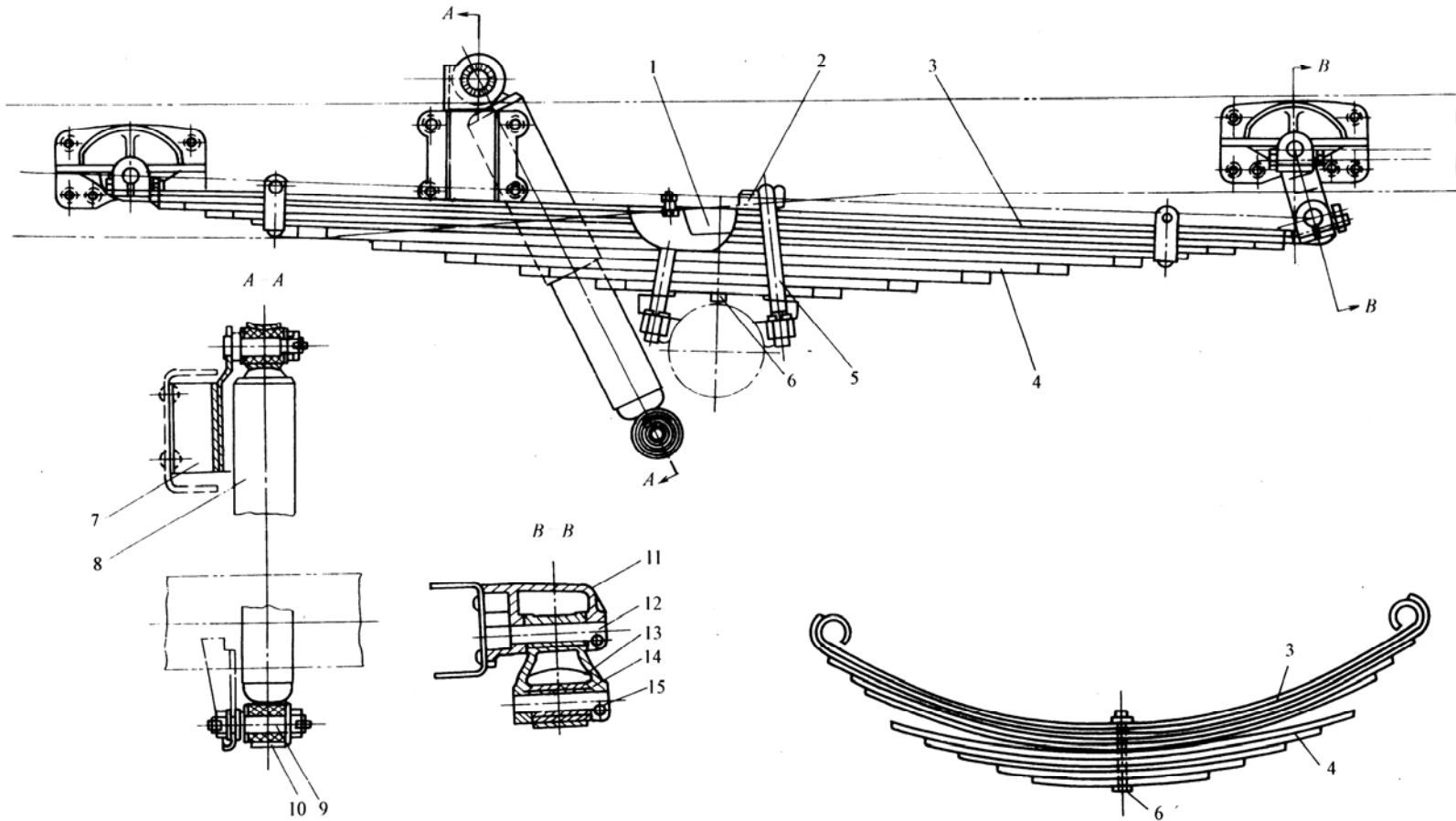
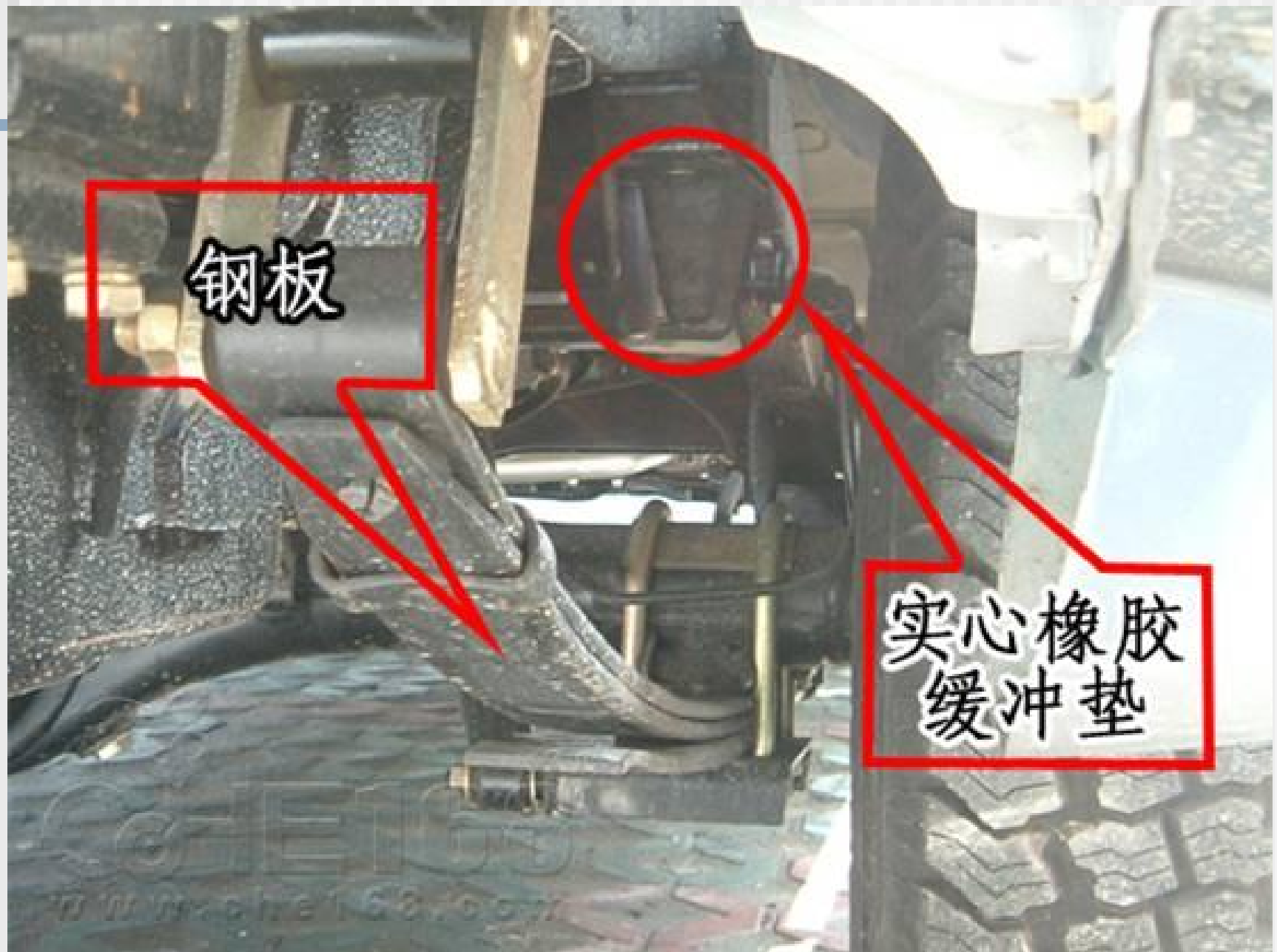


图 22-23 渐变刚度钢板弹簧后悬架

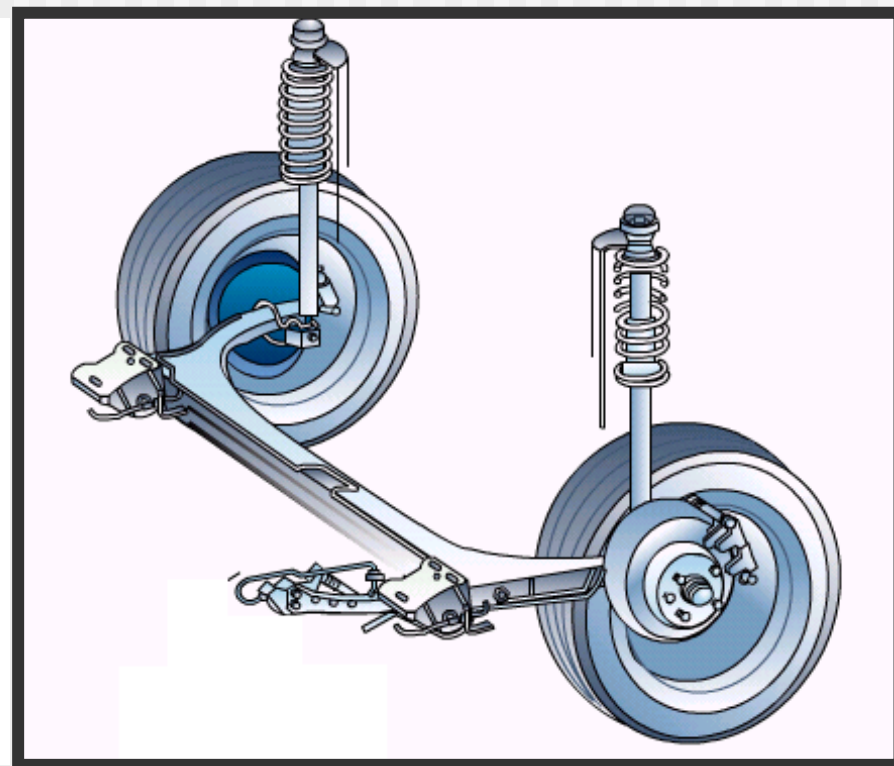
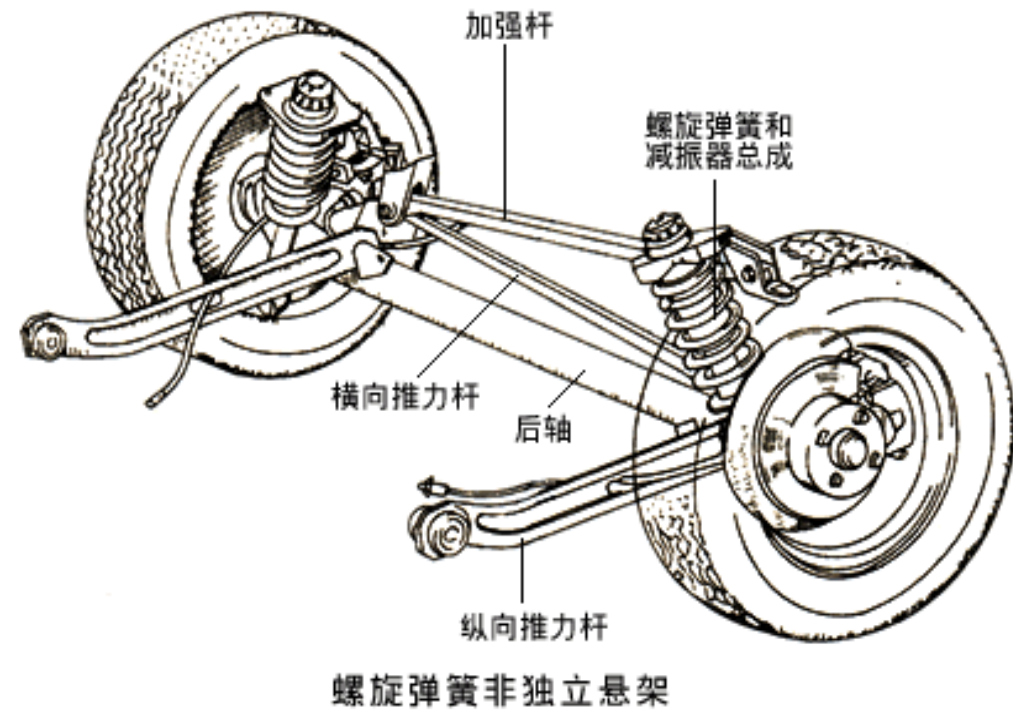
1-缓冲块;2-上盖板;3-主钢板弹簧;4-副钢板弹簧;5-U形螺栓;6-中心螺栓;7-减振器支架;8-筒式减振器;9-减振器下轴销;10-橡胶衬套;11-支架;12-吊耳销;13-吊耳;14-尼龙衬套;15-钢板弹簧销



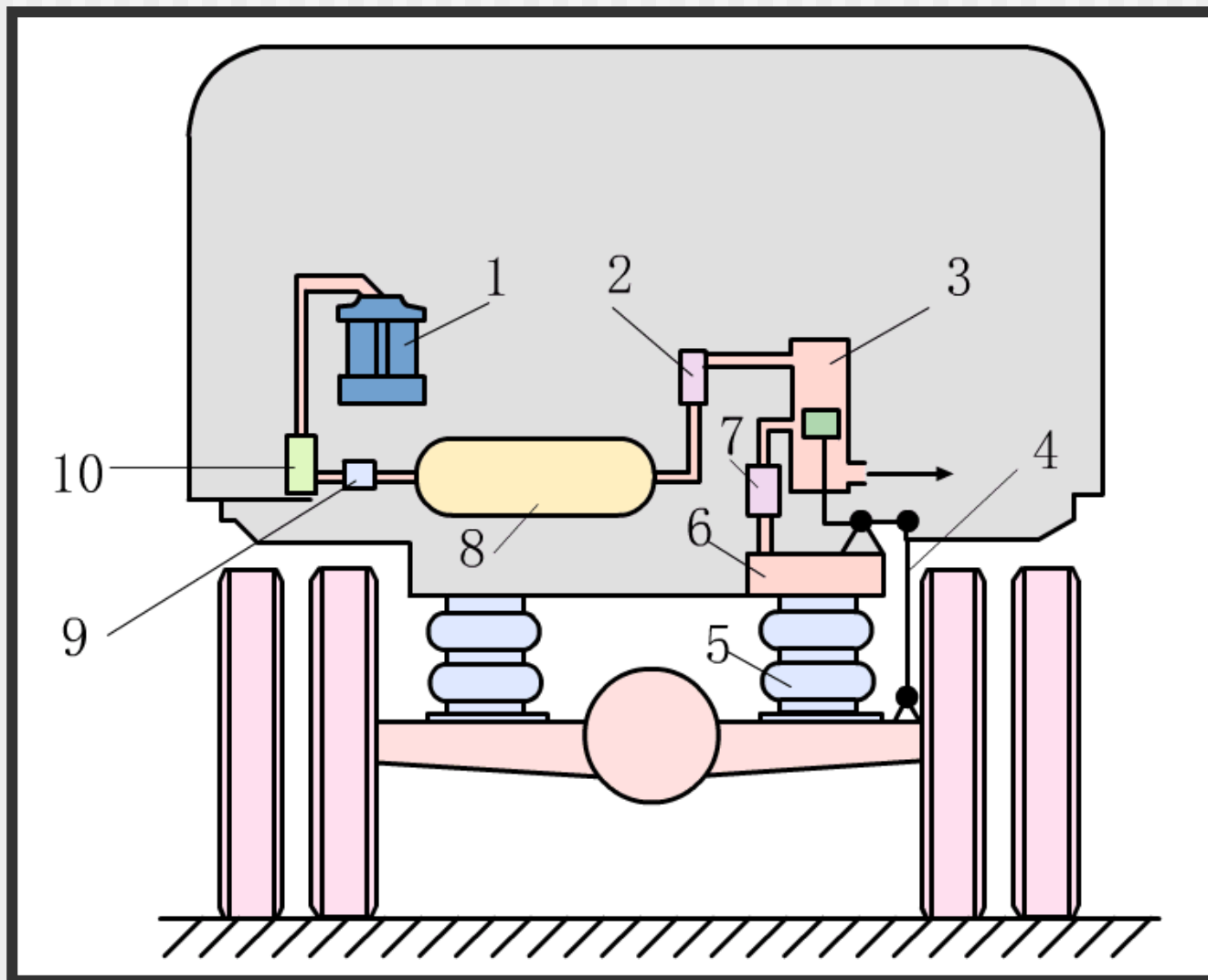
钢板

实心橡胶
缓冲垫

二、螺旋弹簧非独立悬架

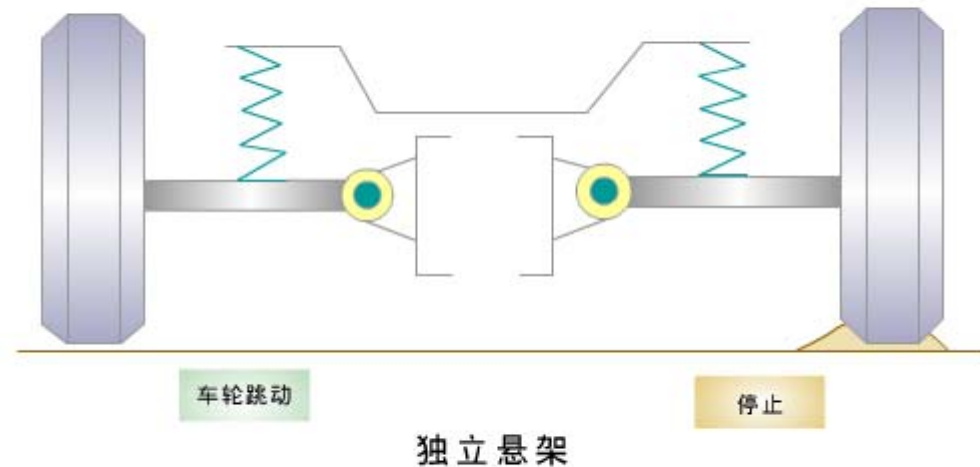
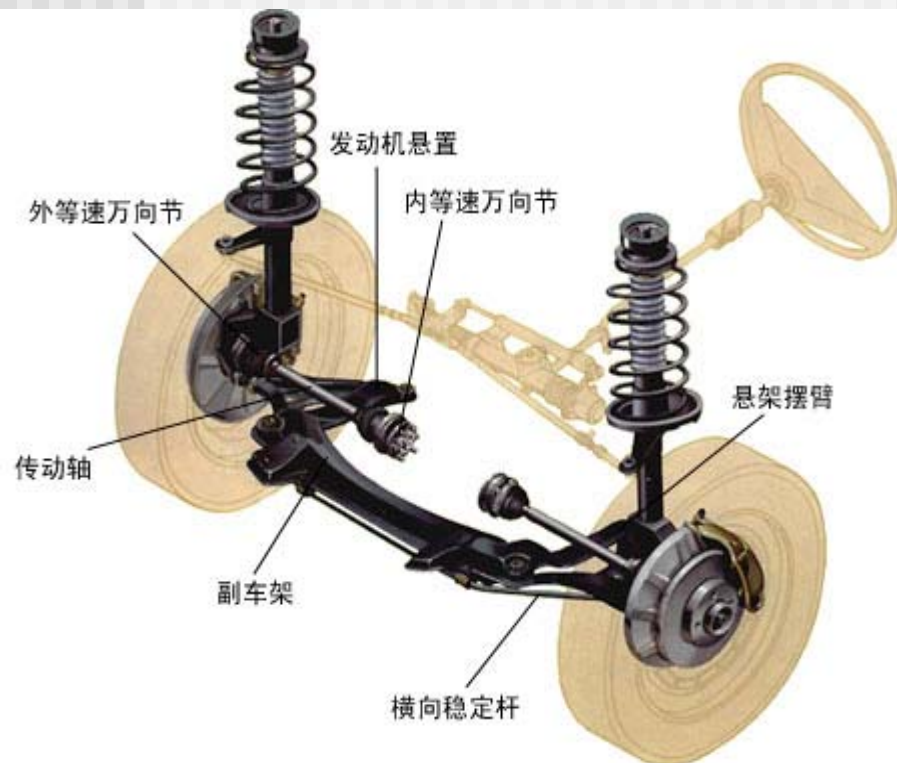


三、空气弹簧非独立悬架



§ 22-5 独立悬架 — 行驶平顺性、操纵稳定性

- 两侧的车轮各自独立地与车架或车身弹性连接
- 独立悬架中多采用螺旋弹簧和扭杆弹簧作为弹性元件，钢板弹簧和其它形式的弹簧用得较少。



上海桑塔纳轿车前桥（转向驱动桥）

独立悬架



独立悬架的优点

- 在一定范围内，两侧车轮可以单独运动而不相互影响。在不平的道路上可减少车架和车身的振动，而且有助于消除转向轮不断偏摆的不良现象。
- 减少汽车的非簧载质量，在道路条件和车速相同时，非簧载质量越小，则悬架所受到的冲击载荷也越小，故采用独立悬架可以提高汽车的平均行驶速度。
- 采用断开式车桥，发动机总成的位置可以降低和前移；同时给予车轮较大的上下运动的空间，悬架刚度可以设计得较小，使车身振动频率降低，以改善行驶平顺性。

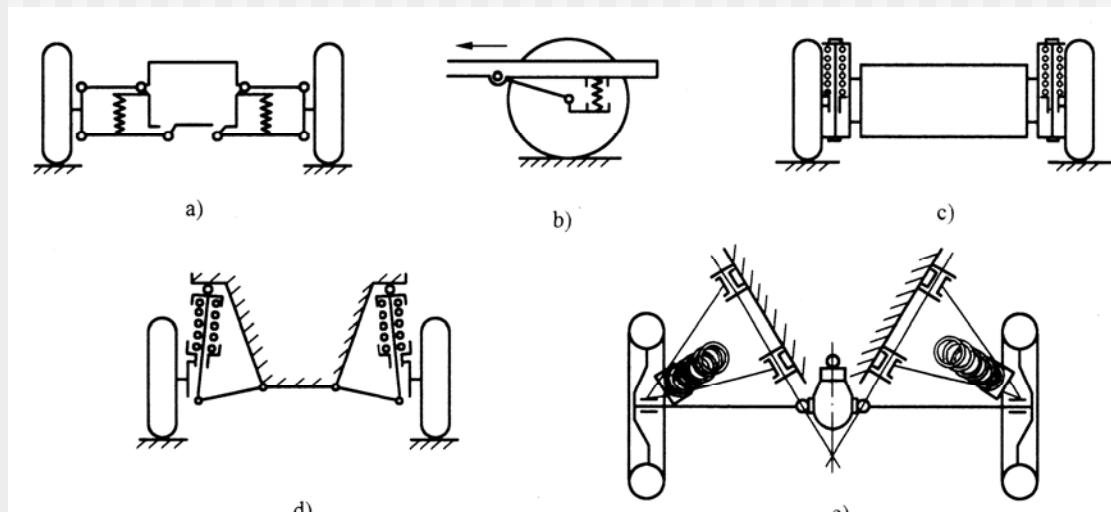
独立悬架的缺点

- 独立悬架结构复杂，制造成本高；保养维修不便；
- 在一般情况下，车轮跳动时，由于车轮外倾角与轮距变化较大，轮胎磨损较严重。

独立悬架的结构类型

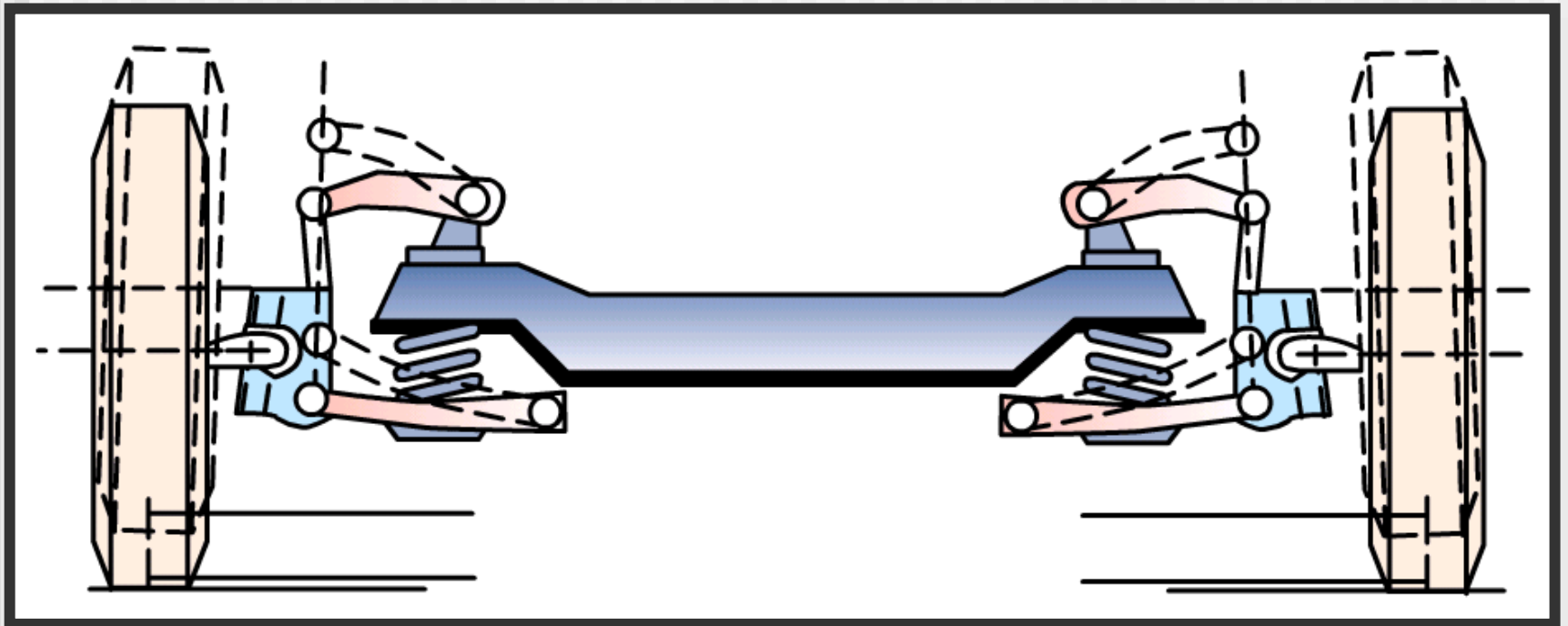
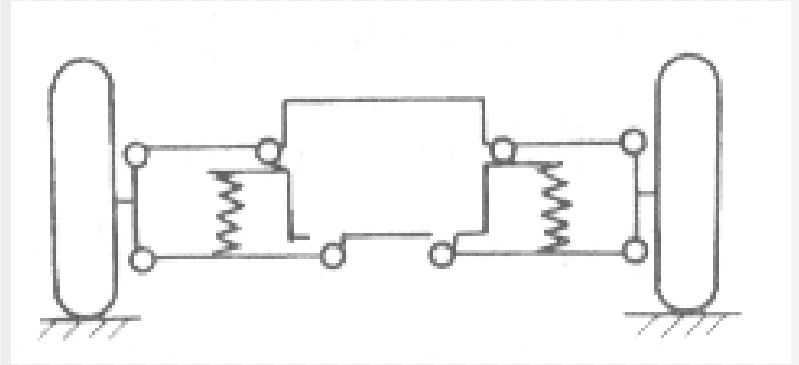
按车轮运动形式分

- 车轮在汽车横向平面内摆动的悬架：横臂式独立悬架
- 车轮在汽车纵向平面内摆动的悬架：纵臂式独立悬架
- 车轮沿主销移动的悬架：烛式悬架和麦弗逊式悬架
- 车轮在汽车的斜向平面内摆动的悬架

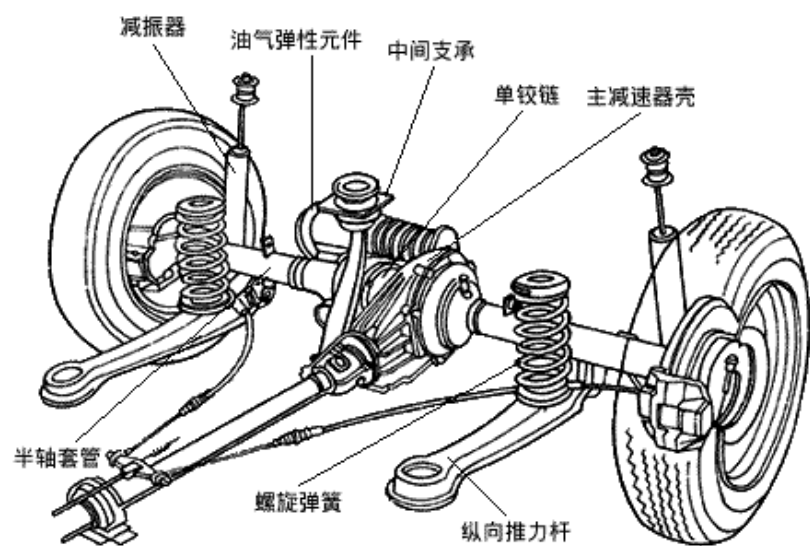


一、横臂式独立悬架

- 单横臂式独立悬架
- 双横臂式独立悬架



1. 单横臂式独立悬架

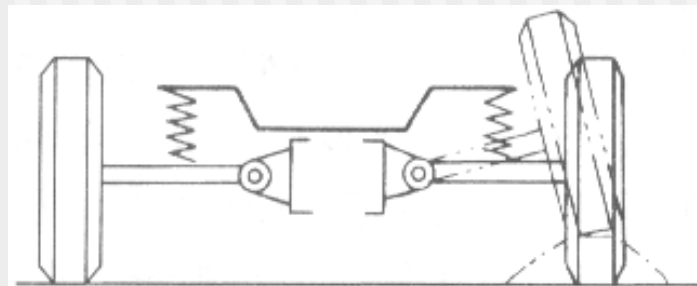


戴姆勒-奔驰轿车单横臂后独立悬架示意图

缺点：

- 当悬架变形时，轮距改变，致使轮胎相对于地面侧向滑移，破坏轮胎和地面的附着，且轮胎磨损较严重。
- 这种悬架用于转向轮时，会使主销内倾角和车轮外倾角发生较大的变化，对于转向操纵有一定的影响，故目前很少采用。

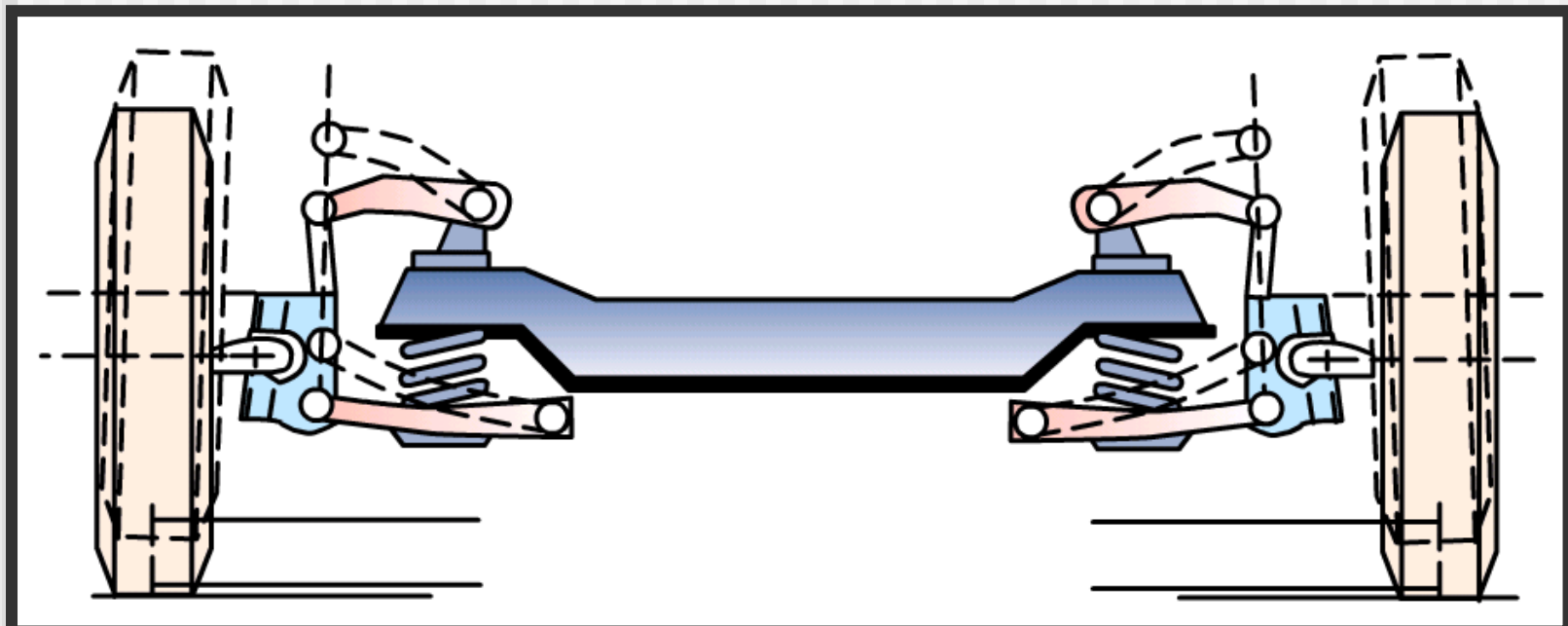
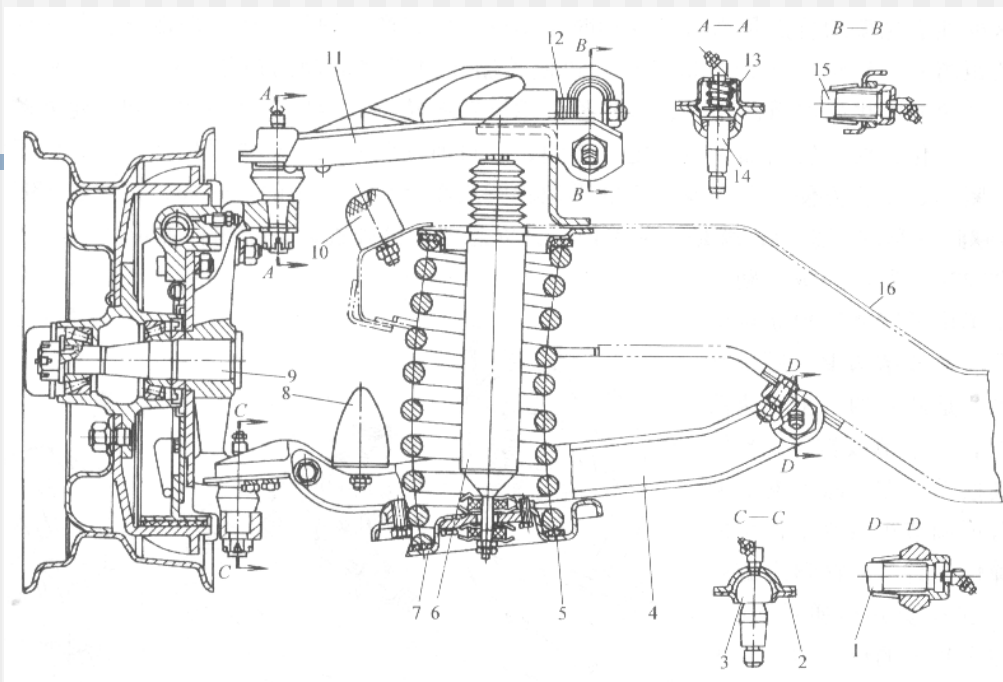
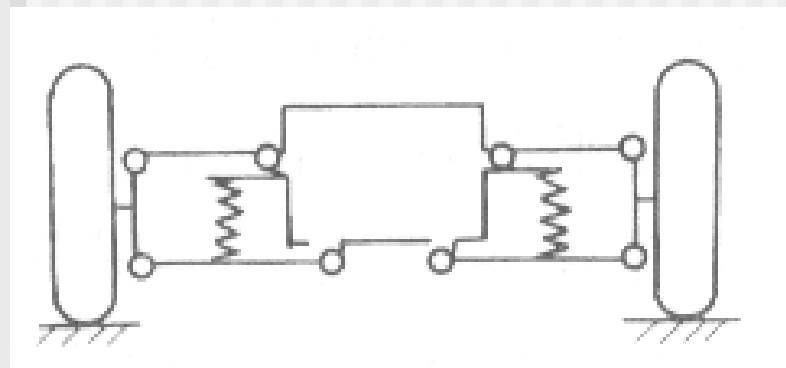
优点：由于结构简单、紧凑、布置方便，在车速不高的重型越野汽车上也有采用的。



2. 双横臂式独立悬架



双横臂式独立悬



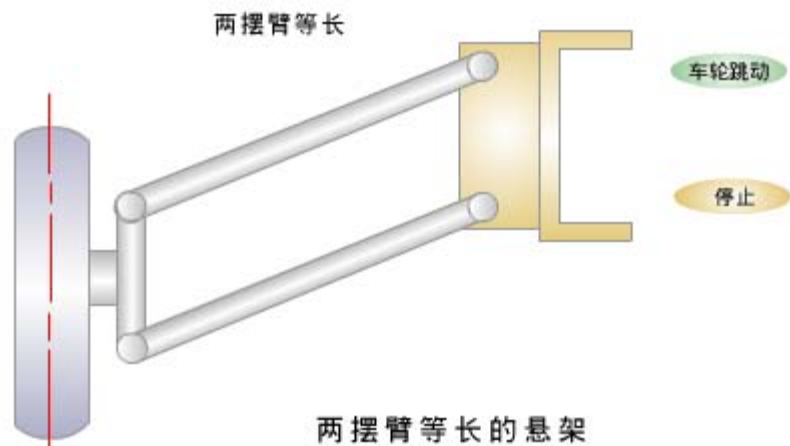
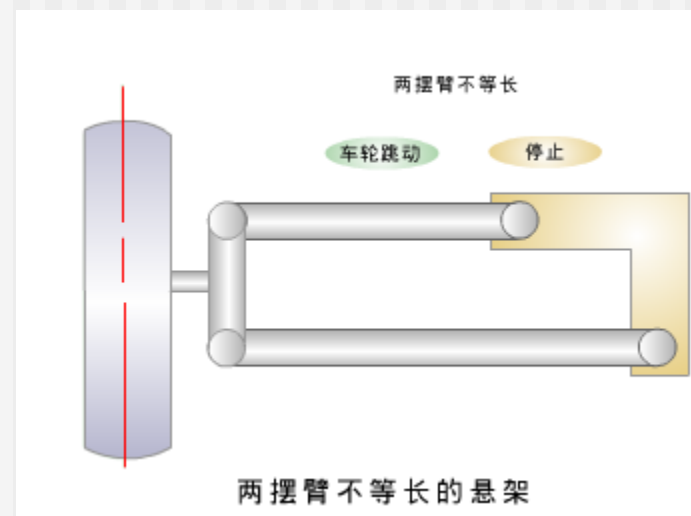
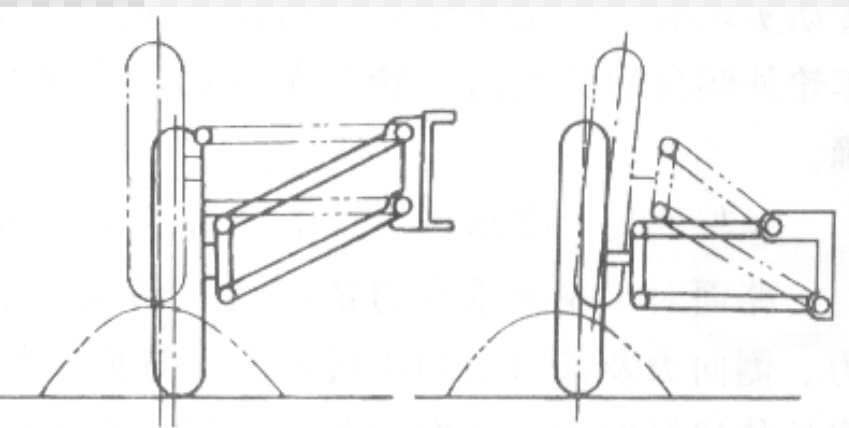
双横臂式独立悬架

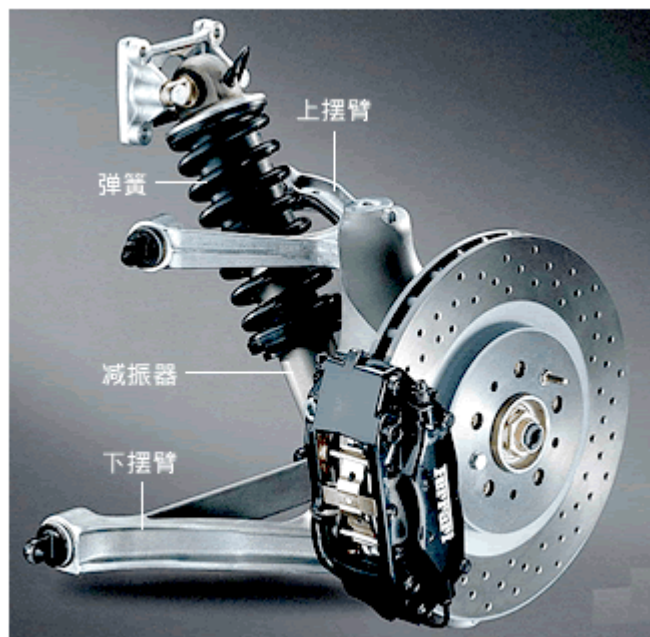
■ 两摆臂等长的悬架

车轮平面没有倾斜，但轮距却发生很大变化，易侧滑。

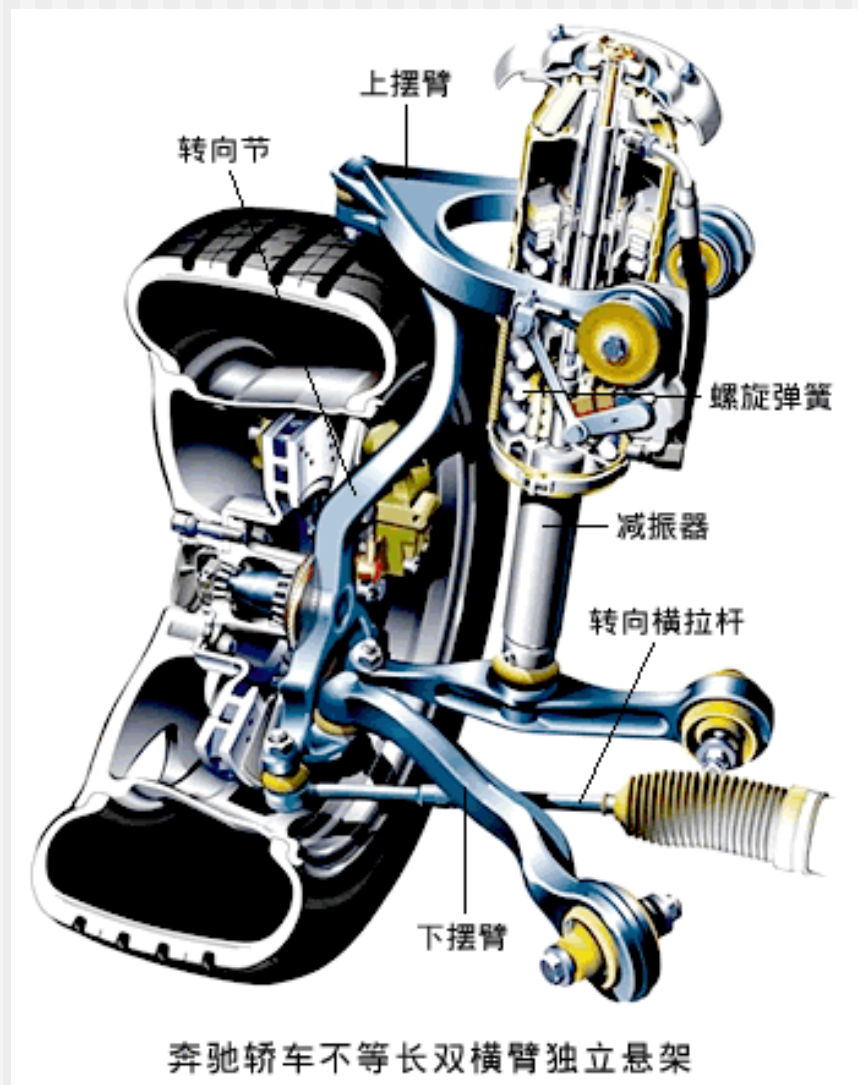
■ 两摆臂不等长的悬架

车轮、主销角度、轮距变化不大，轮距变化可由轮胎的变形来适应。4-5mm

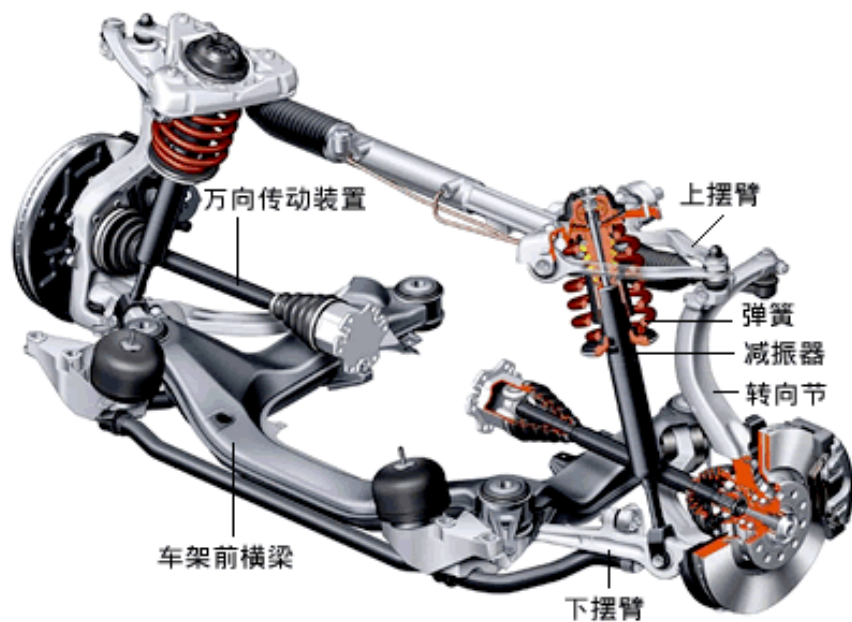




法拉利跑车的_{不等长双横臂独立悬架}



奔驰轿车_{不等长双横臂独立悬架}



奥迪A4轿车_{不等长双横臂式螺旋弹簧独立悬架}

二、纵臂式独立悬架

- 单纵臂式独立悬架
- 双纵臂式独立悬架

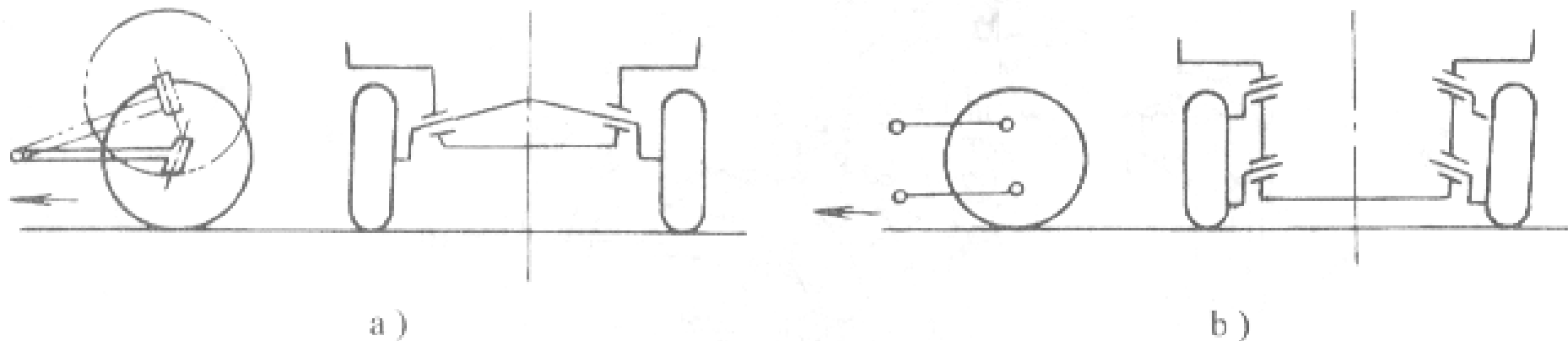
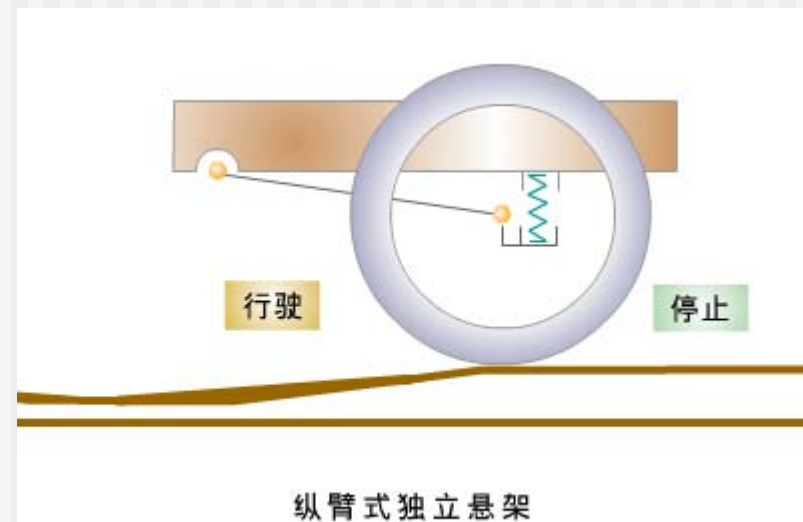
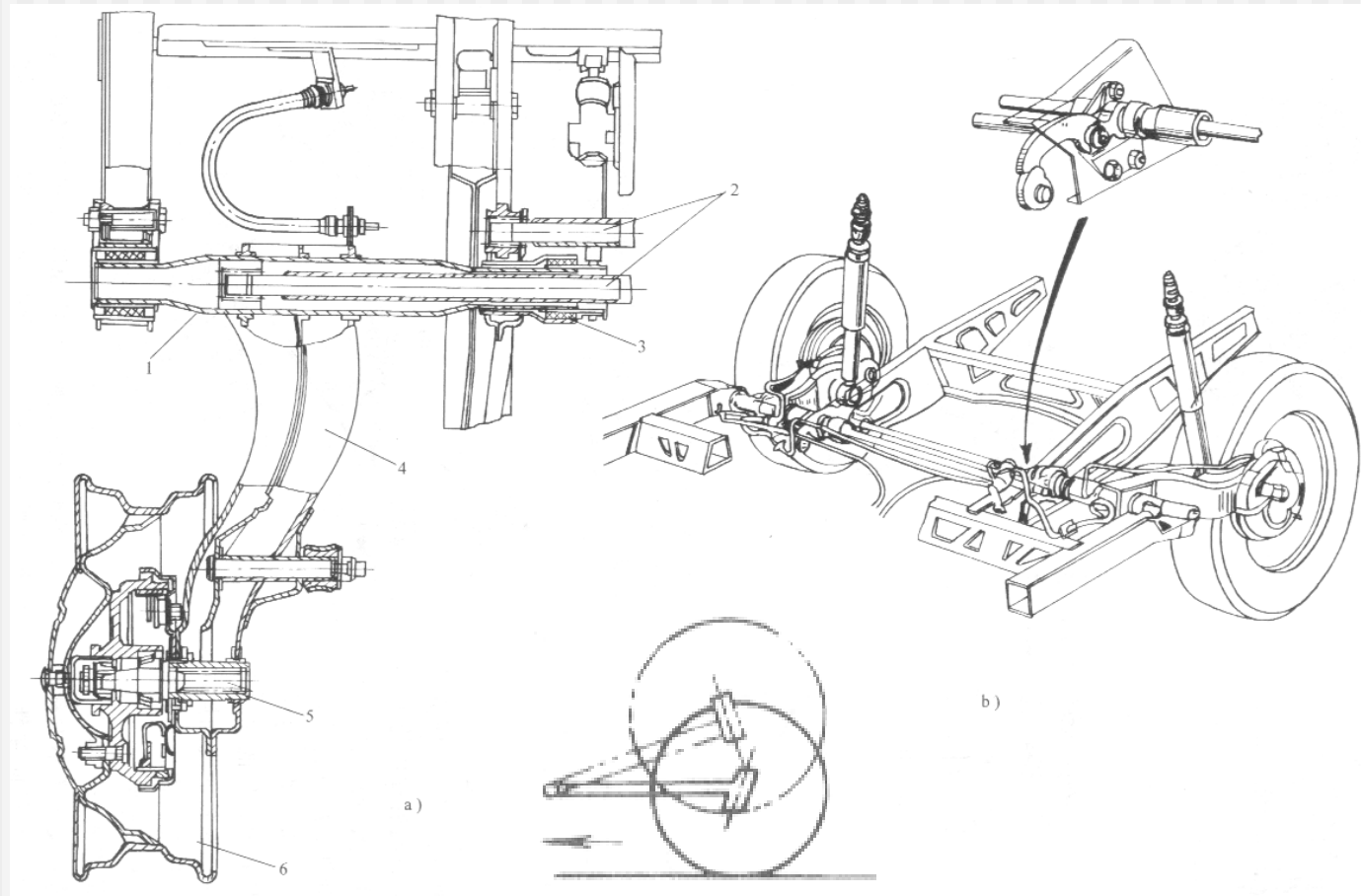


图 22-38 纵臂式独立悬架示意图

a) 单纵臂式 b) 双纵臂式

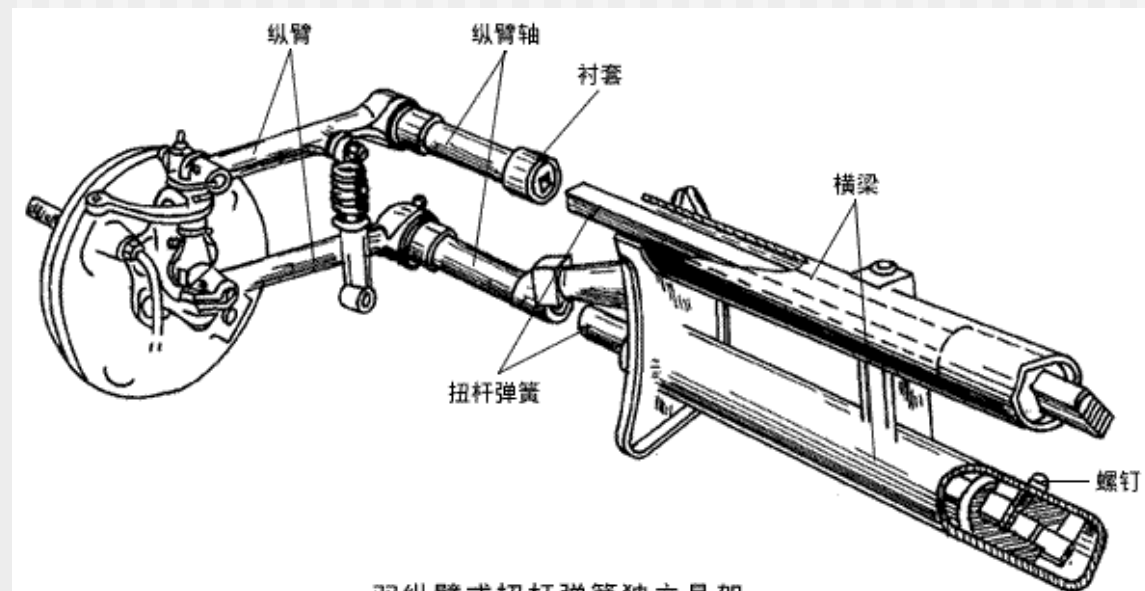
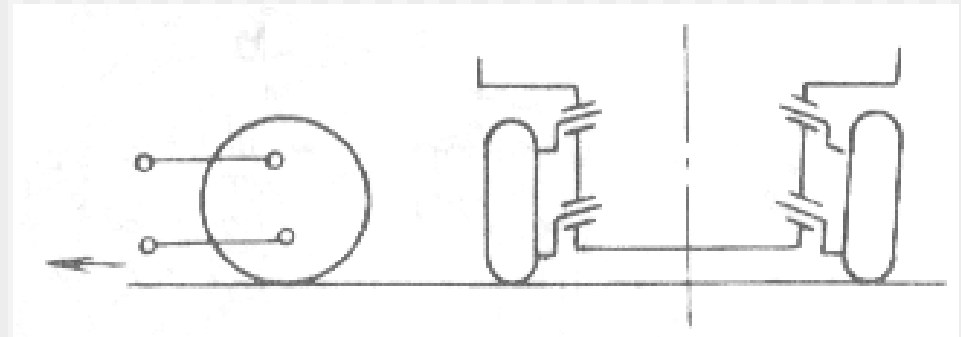
1.单纵臂式独立悬架

车轮上下跳动使主销的后倾角发生很大的变化，一般不用作转向轮。



2. 双纵臂式独立悬架

- 纵臂长度相等，形成平行四连杆机构
- 车轮上下跳动使主销的后倾角保持不变，一般用作转向轮。

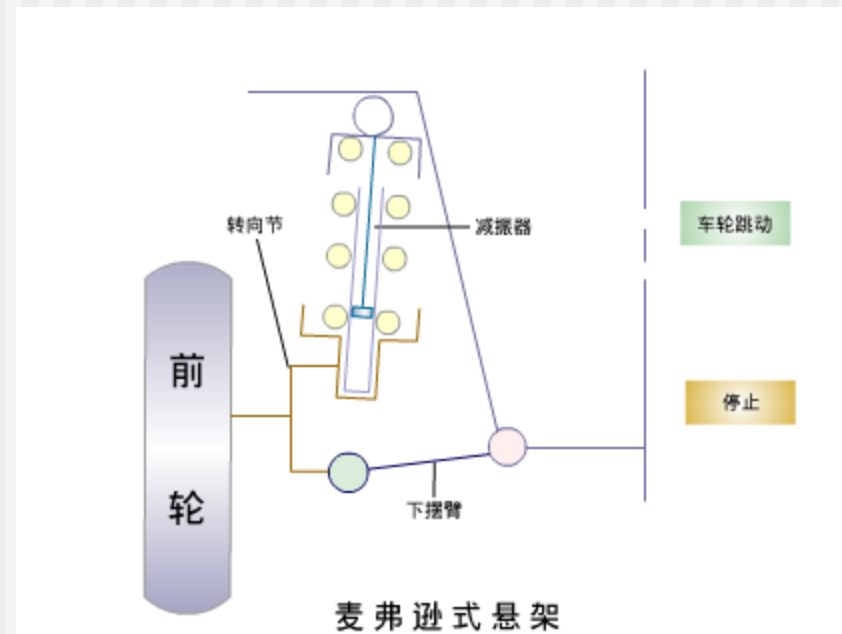
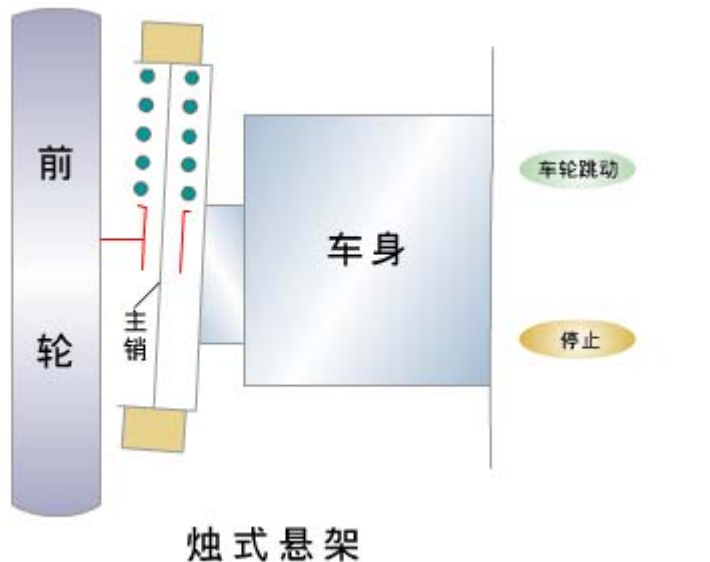


双纵臂式扭杆弹簧独立悬架

车轮沿主销移动的悬架

车轮沿主销移动的悬架

- 烛式悬架：车轮沿固定不动的主销轴线移动
- 麦弗逊式悬架：车轮沿摆动的主销轴线移动

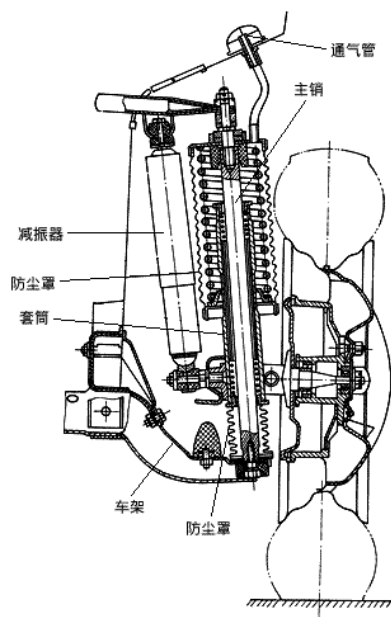


烛式悬架

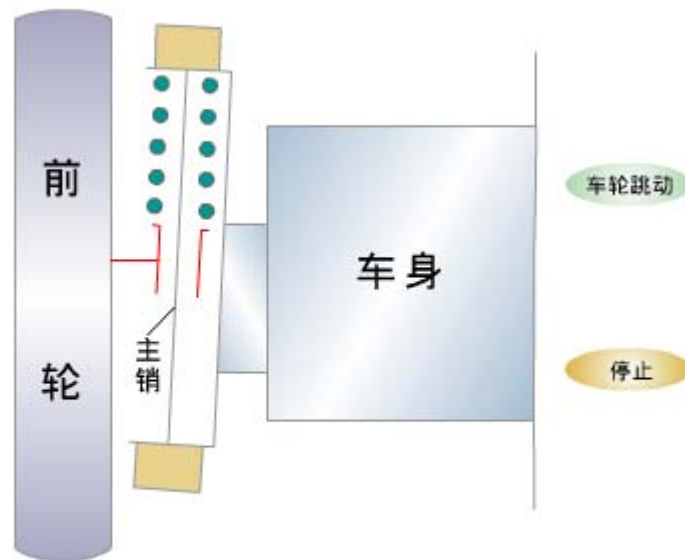
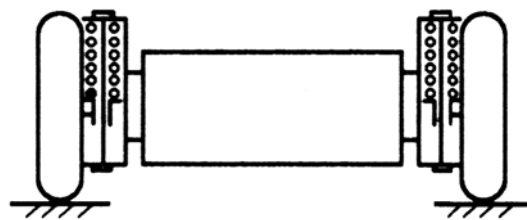
车轮跳动时，转向节与套筒一起沿主销轴线移动。

悬架变形时，主销的定位角不会发生变化，仅轮距和轴距稍有改变，有利于汽车的转向操作和行驶稳定性。

但套筒与主销之间的摩擦阻力大，磨损严重。



烛式悬架

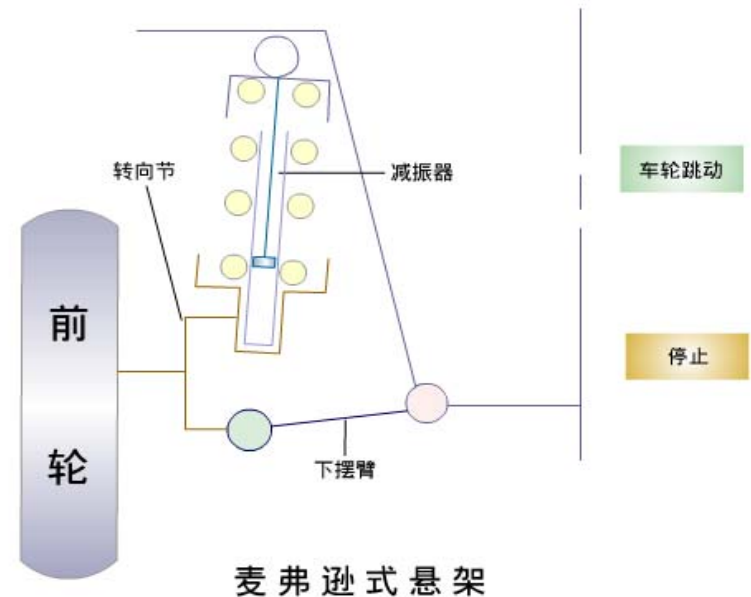
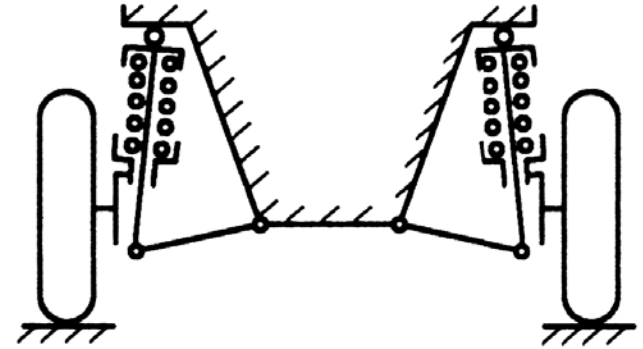


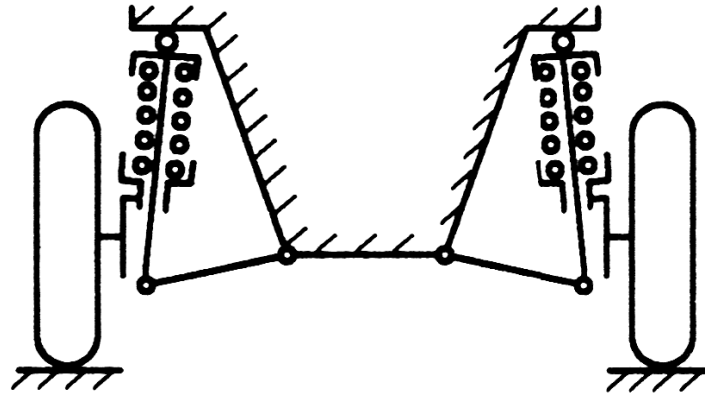
烛式悬架

麦弗逊式悬架

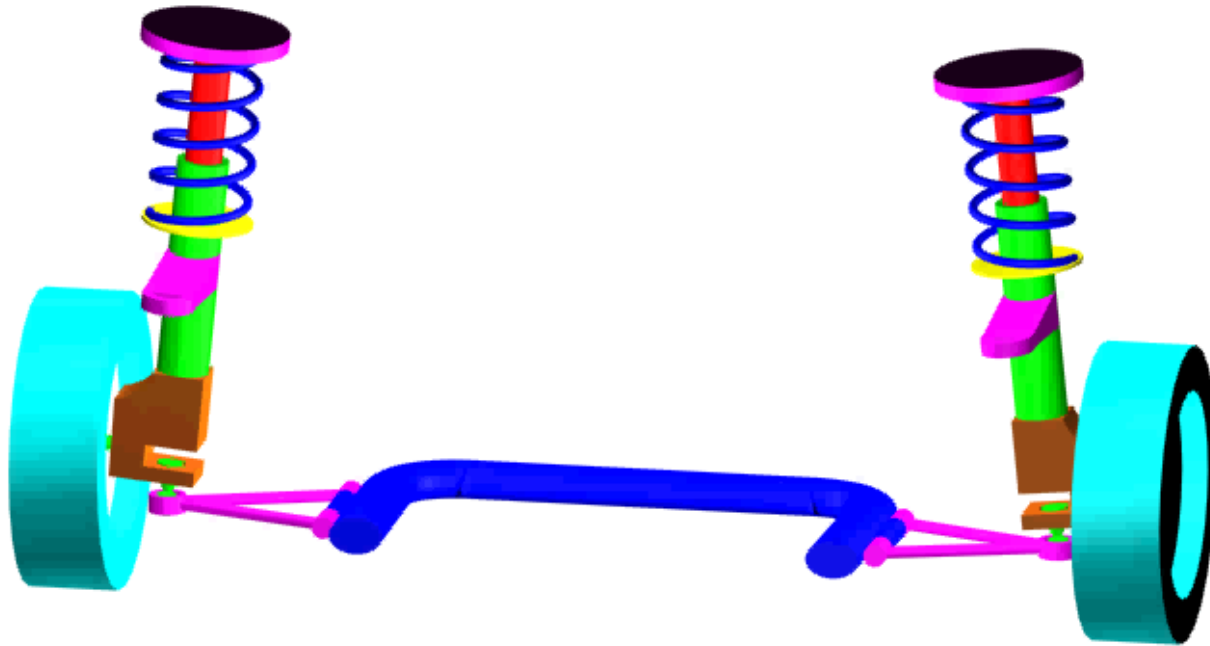
滑柱连杆式独立悬架

- 麦弗逊式悬架：
车轮沿摆动的主销轴线移动





麦弗逊式悬架工作过程



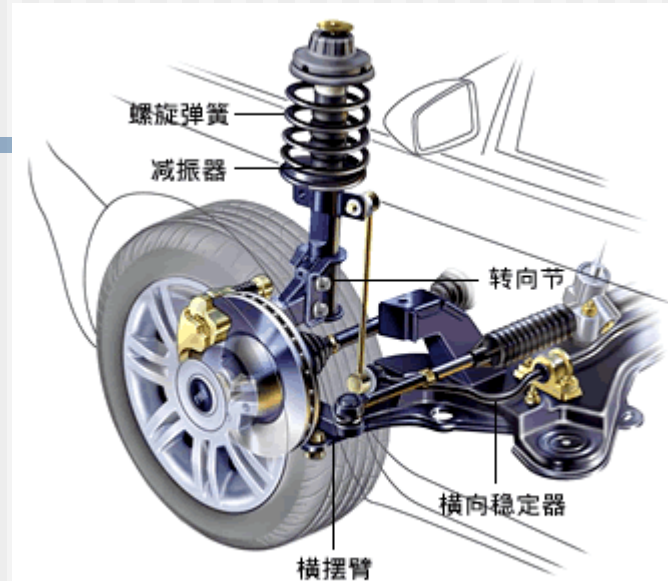


麦弗逊式悬架

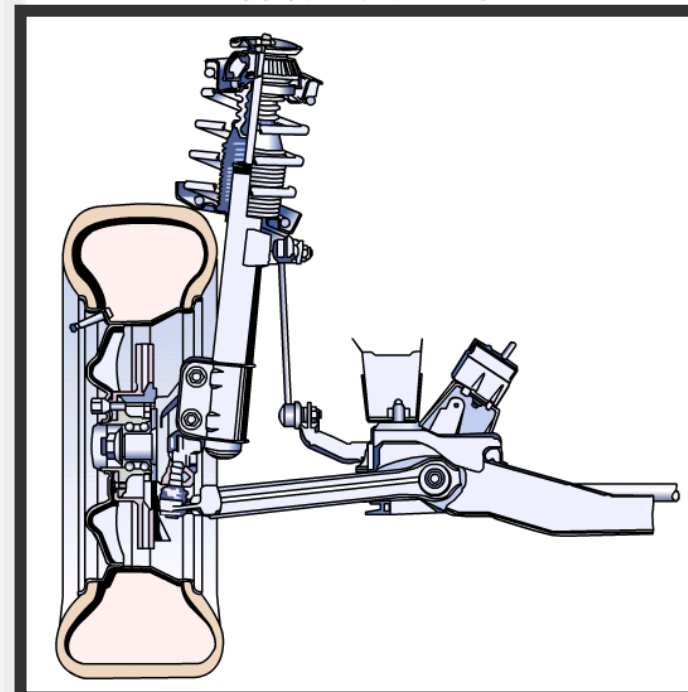
滑柱连杆式独立悬架

主销定位角和轮距都有变化，但如果适当调节杆系的位置，可使定位参数变化很小

突出优点：增大了两前轮内侧的空间，便于发动机和其它部件的布置，因此多用于前置，前驱动的轿车和微型汽车上。

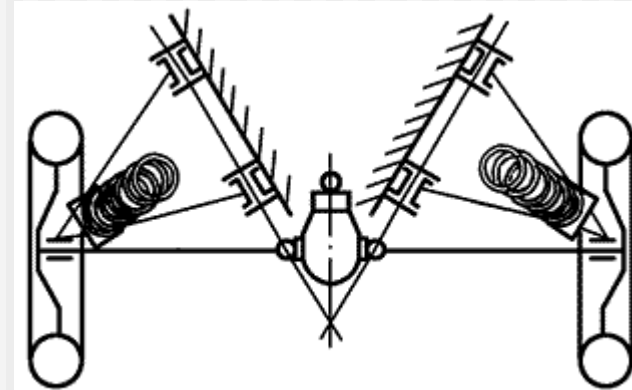


麦弗逊式独立悬架

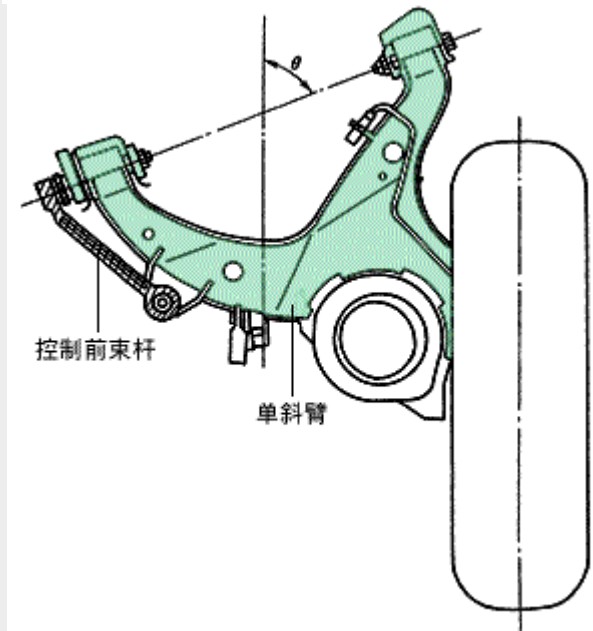


四、单斜臂式独立悬架

- 车轮在汽车的斜向平面内摆动的悬架。
- 调整夹角，使定位角变化最小，从而获得良好的操纵稳定性。



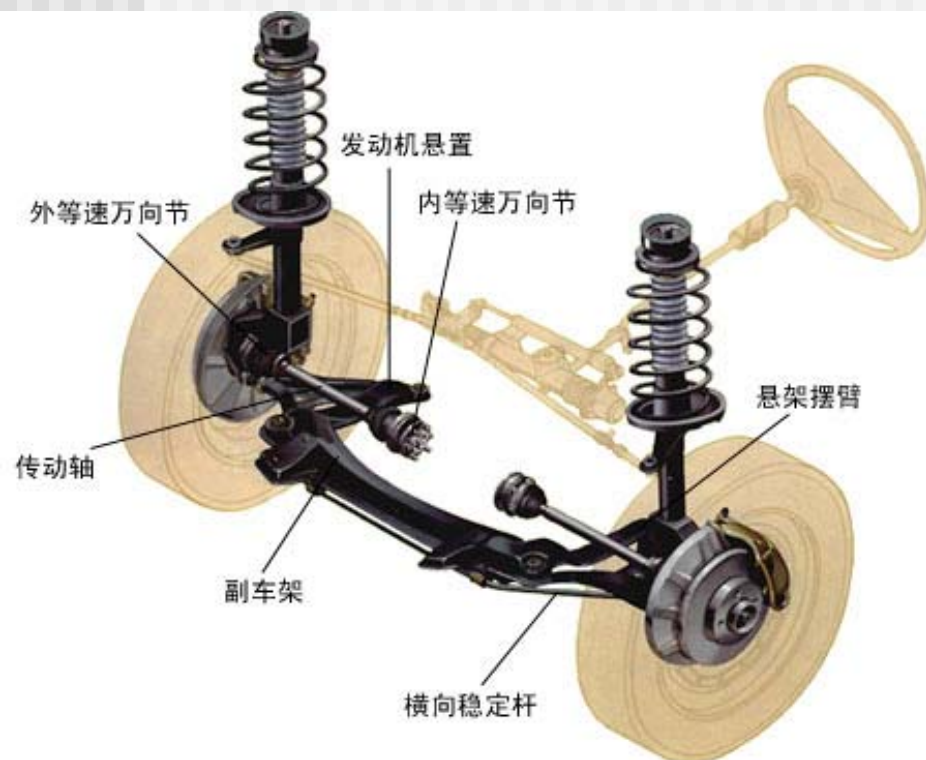
单斜臂式独立悬架



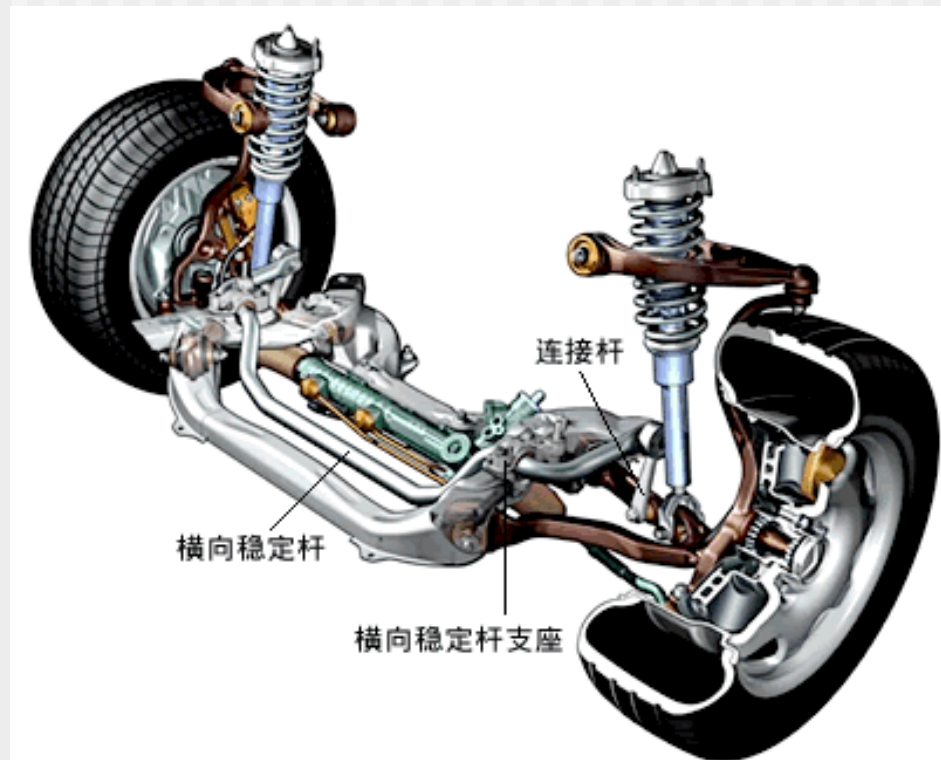
单斜臂式独立悬架

横向稳定器

防止车身产生很大的横向倾斜和横向角振动。



上海桑塔纳轿车前桥（转向驱动桥）



横向稳定器

习题

- 根据力学分析，在悬架的垂直载荷 m 一定时，悬架刚度 c 越小，则汽车固有频率()。
 - A. 越低
 - B. 越高
 - C. 不变
 - D. 不能确定
- 汽车悬架按其控制方式不同可分为()两种。
 - A. 独立悬架
 - B. 非独立悬架
 - C. 被动控制
 - D. 主动控制
- 按所采用的弹性元件不同，非独立悬架分()和空气弹簧式等几种。
 - A. 钢板弹簧式
 - B. 螺旋弹簧式
 - C. 扭杆弹簧式
 - D. 充气弹簧式

习题

- 下面几种弹簧中，本身刚度可变的有()。
 - A. 钢板弹簧
 - B. 油气弹簧
 - C. 扭杆弹簧
 - D. 气体弹簧
- 16. 下列()悬架是车轮沿主销移动的悬架：
 - A. 双横臂式
 - B. 双纵臂式
 - C. 烛式
 - D. 麦弗逊式
- 现代汽车的悬架都很软，在高速行驶中转向时，车身会产生很大的横向倾斜和横向角振动，为减少这种横向倾斜，往往在悬架中加设()。
 - A. 垂直稳定器
 - B. 纵向减振褥
 - C. 纵向稳定罪
 - D. 横向稳定器

习题

- 与钢板弹簧悬架比较. 螺旋弹簧悬架的优点有().
 - A. 无须润滑
 - B. 不忌污泥
 - C. 横向空间大
 - D. 质量大
- 解放CA1091型货车装有主副两个钢板弹簧, 其目的是().
 - A. 加大车身固有频率变化
 - B. 减小车身固有频率变化
 - C. 稳定车身固有频率不变
 - D. 不起以上任何作用

习题

- 当悬架刚度一定时，簧载质量越大，则悬架的垂直变形越大，固有频率越高（ ）
- 在悬架所受的垂直载荷一定时，悬架刚度越小，则悬架的垂直变形越小，汽车的固有频率越低。（ ）
- 减振器在汽车行驶中变热是不正常的。（ ）
- 减振器在伸张行程时，阻力应尽可能小，以充分发挥弹性元件的缓冲作用。（ ）