

第二十四章 汽车制动系统

本章学习的主要内容

- 汽车制动系统工作原理；
- 汽车制动系统的组成；
- 汽车制动系统的类型；
- 鼓式制动器与盘式制动器的类型和特点；
- 汽车制动系统的操纵方式；

第一节 概述

1.1 汽车制动系统的定义

汽车制动系统的定义：

能够产生和控制汽车制动力的一套装置，称为汽车制动系统。

- 汽车下坡行驶时保持车速稳定。

汽车的制动力：

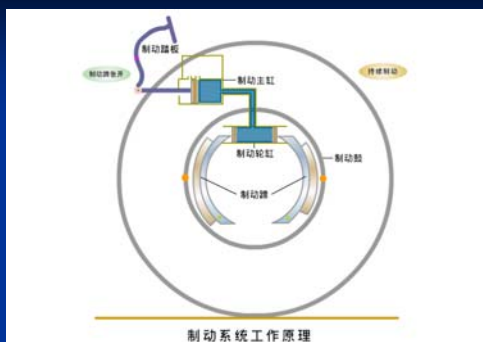
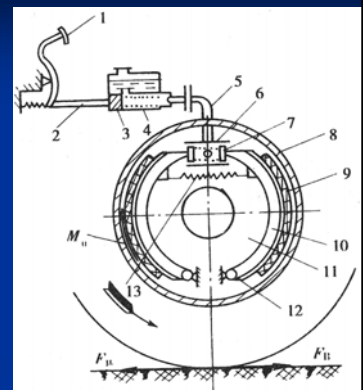
能使汽车不是制动力车滚动阻力、上坡阻力的作用。

通过驾驶员操纵产生，并由驾驶员控制使汽车以一定的强度制动的力，称为汽车的制动力。

1.2 汽车制动系统的工作原理

a. 汽车制动系统的结构

- 1) 制动踏板
- 2) 推杆
- 3) 制动主缸活塞
- 4) 制动主缸
- 5) 制动油管
- 6) 制动轮缸
- 7) 轮缸活塞
- 8) 制动鼓
- 9) 制动蹄片
- 10) 制动蹄
- 11) 制动底板
- 12) 支承销
- 13) 制动蹄回位弹簧



- 制动蹄安装在制动底板上，为不动件；
- 制动鼓与车轮一起旋转。



b. 汽车制动力的产生

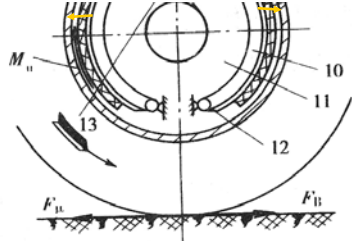


汽车制动系统的工作原理：

在汽车车轮上作用一个与汽车行驶方向或趋势相反的力矩，并使路面产生阻碍车轮转动和汽车行驶的阻力。

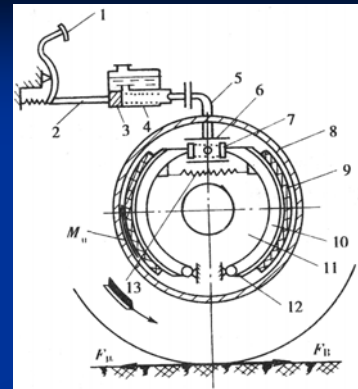
行驶时，同时路面给车轮一个向后的力 F_B 。

F_B 是路面给车轮的制动力。制动力越大，汽车的减速度越大。影响制动力的因素有：摩擦力矩 M_f 和路面附着条件。



1.3 汽车制动系统的组成

- I. 供能装置
- II. 控制装置
- III. 传动装置
- IV. 制动器



1.4 汽车制动系统的类型

> 按制动系统的功用分为：

- 行车制动系统：使行驶中的汽车减速或停止的制动系统。
- 驻车制动系统：使停止的汽车在原地驻留的制动系统。
- 第二制动系统：在行车制动失效时，使汽车减速、停车的系统
- 辅助制动系统：汽车下长坡时稳定车速的制动系统。

> 按制动系统的制动能源分为：

- 人力制动系统：以驾驶员的体力为输入能源的制动系统。
- 动力制动系统：完全靠发动机的动力转化而成的气压或液压能进行制动的系统。
- 伺服制动系统：兼用人力和发动机动力的制动系统。

1.4 汽车制动系统的类型

> 按制动力的变化方式分为：

- 渐进制动系统：制动力矩和制动力在驾驶员的操纵控制下，在一定的范围内逐渐变化的制动系统。
(行车制动系统必须是渐进制动系统)
- 非渐进制动系统：无上述特点的制动系统。
(驻车制动系统是非渐进的制动系统)

> 按控制能量的传输形式分为：机械式、液压式、气压式、电磁式。

> 按传动系统的回路分为：单回路系统、双回路系统。

双回路制动系统在一侧回路失效时，仍能提供部分制动力。目前汽车制动系统必须采用双回路制动系统。

第二节 制动器

制动器 —— 用来产生阻碍车辆运动或运动趋势的力的部件。

摩擦制动器：利用固定元件与旋转元件工作表面摩擦而产生制动力的制动器。

摩擦制动器可分为：

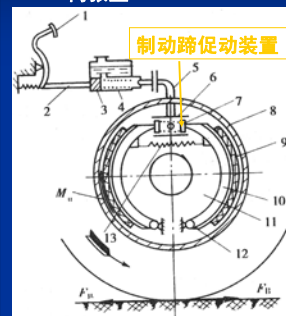
鼓式制动器：鼓式制动器摩擦副为旋转的制动鼓和固定不动的制动蹄（或制动带）。

盘式制动器：盘式制动器摩擦副为旋转的制动盘和固定不动制动钳。

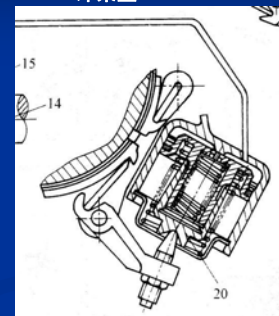
2.1 鼓式制动器

鼓式制动器分为：

内张型



外束型

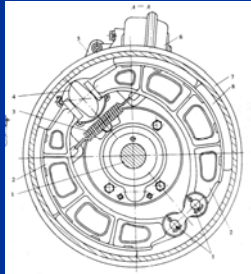


> 内张对鼓式制动器按促动装置的不同分为：

轮缸式制动器：以制动轮缸为促动装置；

凸轮式制动器：以凸轮为促动装置；

楔块式制动器：以楔块为促动装置。



轮缸式制动器

a. 领从蹄式制动器

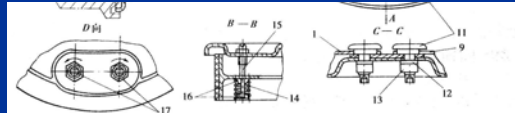


领蹄：

汽车制动时，蹄片张开的旋转方向与制动鼓的旋转方向一致的蹄片。

从蹄：

汽车制动时，蹄片张开的旋转方向与制动鼓的旋转方向相反的蹄片。



a. 领从蹄式制动器

> 领蹄的受力情况

制动轮缸产生促动力 F_s

制动鼓对领蹄作用力：
 F_{N1} 、 F_{t1}

F_{t1} 与促动力 F_s 产生的
绕支点3的力矩同向，
使领蹄压得更紧，法向力
 F_{N1} 增加。

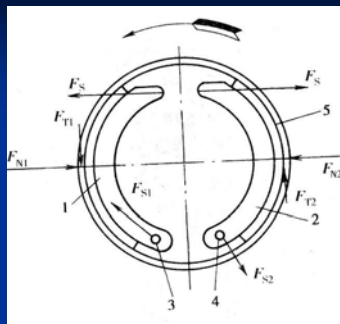


图 25-3 等促动力制动器的
制动蹄受力示意图

1-领蹄; 2-从蹄; 3, 4-支点; 5-制动鼓

a. 领从蹄式制动器

> 从蹄的受力情况

制动轮缸产生促动力 F_s

制动鼓对从蹄作用力：
 F_{N2} 、 F_{t2}

F_{t2} 与促动力 F_s 产生的
绕支点3的力矩反向，
使从蹄减势，法向力
 F_{N2} 减小。

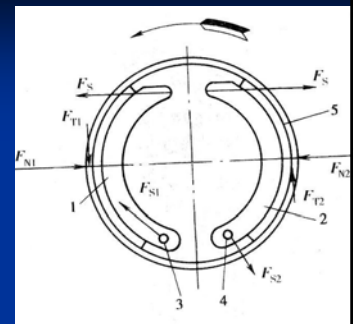


图 25-3 等促动力制动器的
制动蹄受力示意图

1-领蹄; 2-从蹄; 3, 4-支点; 5-制动鼓

a. 领从蹄式制动器

> 领从蹄制动器的特点

- o 结构简单，只是用一个促动力装置；
- o 制动蹄片给制动鼓的法向反力不平衡，是非平衡式制动器。
- o 在汽车倒车时领从蹄功能互换，且制动效能相等。
- o 制动效能的稳定性较好。

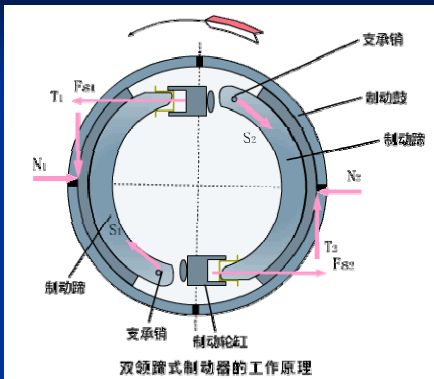


桑塔纳轿车鼓式制动器

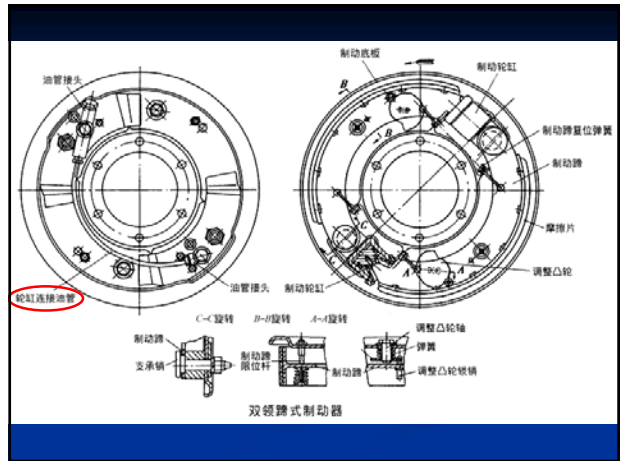
上海桑塔纳轿车后轮制动器也是领从蹄式制动器。其制动蹄下端的支承方式为浮式支承，具有间隙自调机构，该制动器也同时作为驻车制动器，所以还带有一套驻车制动的操纵机构。

- b. 双领蹄式和双向双领蹄式制动器
 - 双领蹄式：在车轮正向旋转时，制动蹄均为领蹄的制动器

结构特点：每一制动蹄都用一个单活塞制动轮缸促动，固定元件的结构布置是中心对称式。

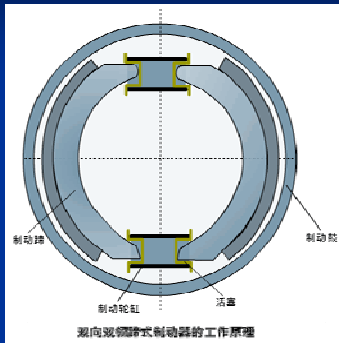


双领蹄式制动器的工作原理

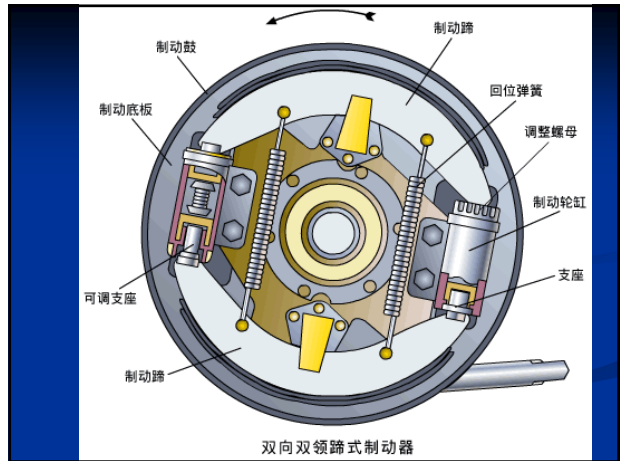


双领蹄式制动器

双向双领蹄式：
无论车轮旋转方向如何，制动蹄均为领蹄的制动器。



双向双领蹄式制动器的工作原理



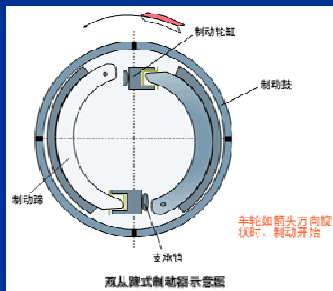
双向双领蹄式制动器

c. 双从蹄式制动器

双从蹄式制动器：在车轮正向旋转时，制动蹄均为从蹄的制动器。

特点：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。但其制动效能对摩擦系数变化的敏感程度也较小，制动效能稳定性好。

双领蹄、双向双领蹄、双从蹄式制动器固定元件的布置都是中心对称，两制动蹄作用在制动鼓上的法向反力大小相等、方向相反、相互平衡，这种形式的制动器为平衡式制动器。

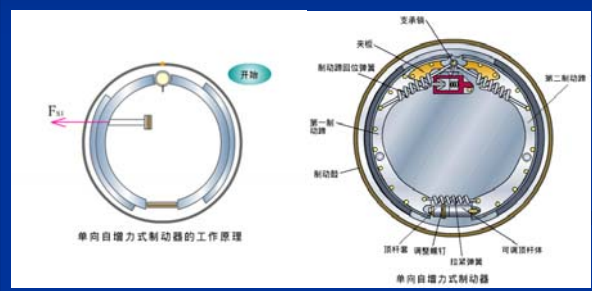


双从蹄式制动器示意图

■ d. 单向和双向自增力式制动器

- (1) 单向自增力式制动器

其特点是两个制动蹄只有一个单活塞的制动轮缸，第二制动蹄的促动力来自第一制动蹄对顶杆的推力，两个制动蹄在汽车前进时均为领蹄，但倒车时能产生的制动力很小。

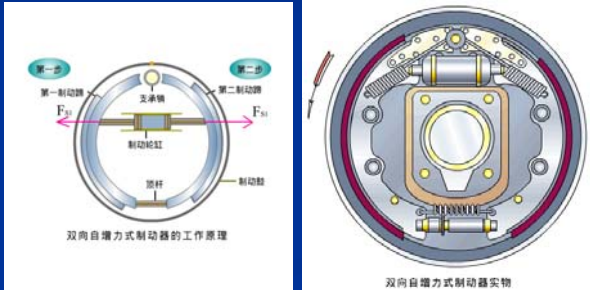


单向自增力式制动器的工作原理

单向自增力式制动器

(2). 双向自增力式制动器

特点:两个制动蹄的上方有一个双活塞制动轮缸, 轮缸的上方还有一个制动蹄支承销, 两制动蹄的下方用顶杆相连。无论汽车前进还是倒车, 都与自增力式制动器相当, 故称双向自增力式制动器



几种轮缸式制动器的比较

	自增力式	双领蹄式	领从蹄式	双从蹄式
制动效能	最高	较高	中等	最低
制动效能稳定性	最低	低	中等	最高
应用范围	轿车后轮 (双向) 轻型车辆前轮 (单向)	各种车辆		豪华汽车

e. 制动器间隙的调整

制动器间隙指在不制动时, 制动鼓和制动蹄摩擦片之间的间隙

制动器间隙调整的必要性: 制动鼓和制动器之间的间隙必须在合理的范围之内, 过小的制动器间隙会导致制动解除不彻底, 过大的间隙影响制动的灵敏度。

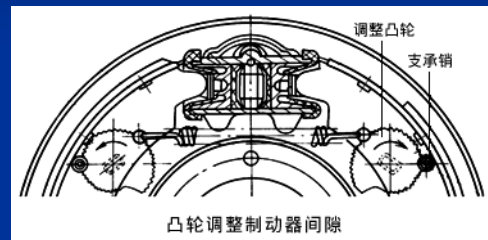
制动器调整的方法:

> 手动调整:

> 自动调整:

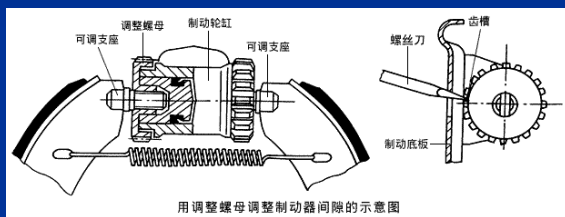
> 手动调整

□ 调整凸轮与偏心销方式



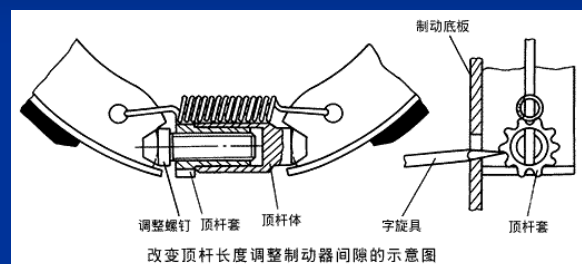
> 手动调整

□ 调整螺母方式

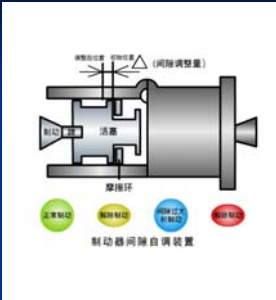
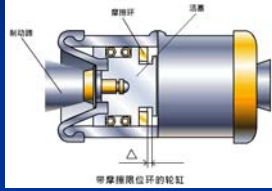


> 手动调整

□ 调整推杆方式



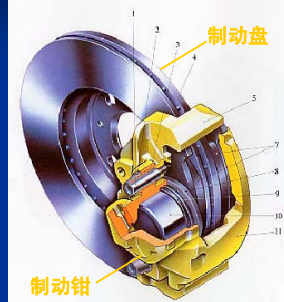
自动调整



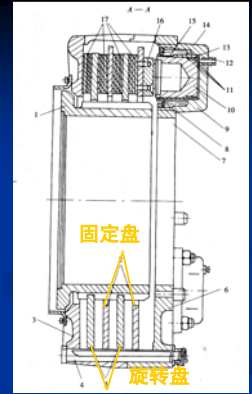
一次调准式间隙调整装置：经过一次完全制动就可以自动调整间隙到设定值的装置。

2.2 盘式制动器

按摩擦副中固定元件结构分为：



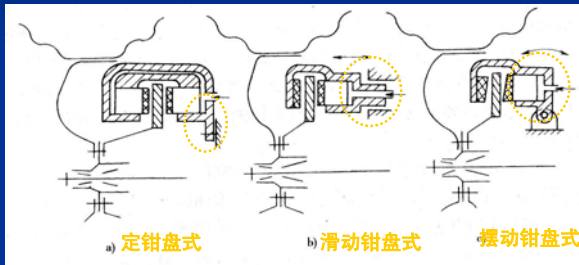
钳盘式



全盘式

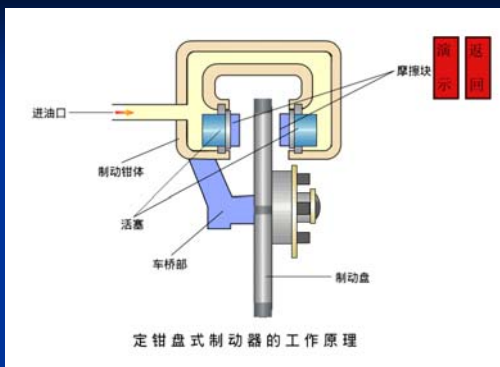
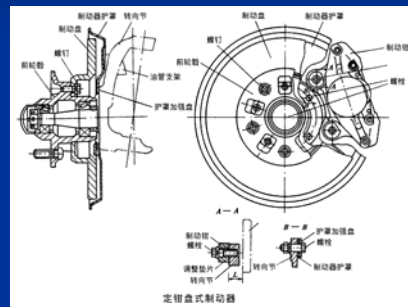
(一) 钳盘式制动器

钳盘式制动器可分为定钳盘式和浮动钳盘式制动器。



a. 定钳盘式制动器

结构特点：制动钳固定在车桥上；
制动盘的两侧均要设置促动装置。



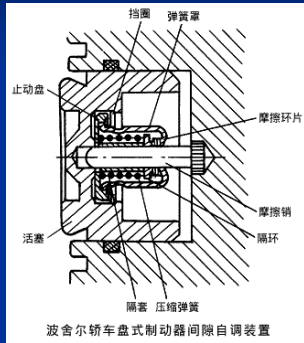
定钳盘式制动器的工作原理

■ 钳盘式制动器的活塞密封圈除了起密封作用外，还兼起活塞回位作用和调整间隙的作用。



活塞密封圈的作用

- 还有一些轿车和货车采用专门的摩擦限位一次调准式间隙自调装置。



定钳盘式制动器的缺点:

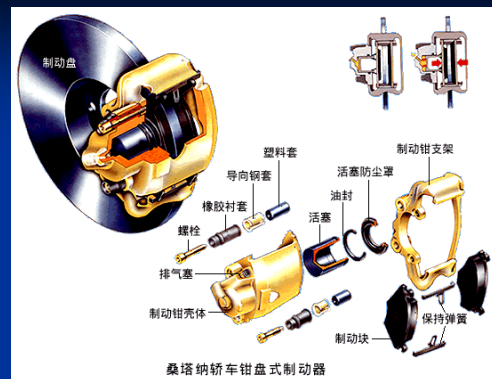
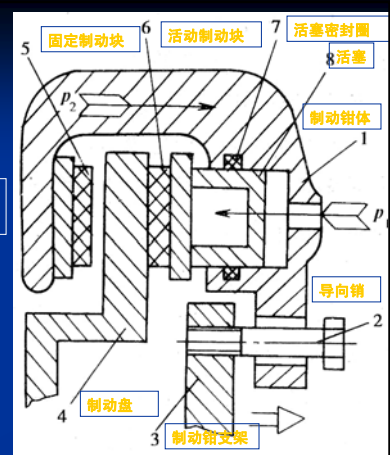
- 油缸多，制动钳的结构复杂
- 油缸分置于制动盘的两侧，钳内必须有跨越式管路，使得尺寸大；
- 热负荷大时，制动液容易受热气化
- 需要作为驻车制动器时，结构更为复杂。

b. 浮钳盘式制动器

- 按制动钳的运动方式，浮钳式制动器又可分为：
 - 滑动钳盘式制动器—应用更广。
 - 摆动钳盘式制动器，
- 滑动钳盘式制动器的特点是：制动钳可以相对制动盘作轴向滑动；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。

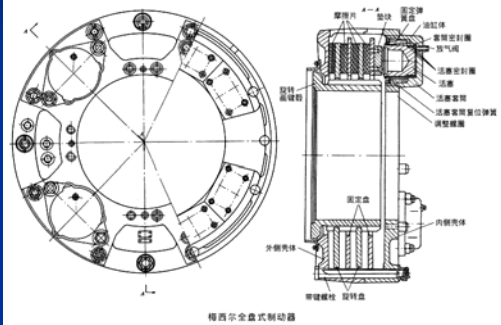
工作原理：

- 活塞推动活动制动块
- 油液压力推动制动钳体在导向销上向右运动
- 制动块压紧制动盘



2. 全盘式制动器

- 全盘式制动器摩擦副的固定元件和旋转元件都是圆盘形的，分别称为固定盘和旋转盘，其工作原理与摩擦离合器相似。



梅赛德斯-奔驰全盘式制动器

盘式制动器与鼓式制动器的比较:

优点:

- 一般无摩擦助力作用，制动效能受摩擦系数的影响小，稳定；
- 水稳定性好，浸水后制动效能降低小，且恢复较快；
- 在制动力相同的情况下，尺寸重量较小；
- 制动盘受热后轴向膨胀较小，不会过大的影响制动器间隙；
- 容易实现间隙自动调整；
- 制动盘轴向尺寸小，便于布置在前轮。

缺点:

- 制动效能低，因此需要较高的管路压力；
- 兼用作驻车制动器时，需要加装复杂的传动装置，用在后轮时受到限制。
- 难以避免尘土和锈蚀

第3节 人力制动系统

> 按制动系统的制动能源分为:

- 人力制动系统：以驾驶员的体力为输入能源的制动系统。
- 动力制动系统：完全靠发动机的动力转化而成的气压或液压能进行制动的系统。
- 伺服制动系统：兼用人力和发动机动力的制动系统。

> 人力制动系统按传动装置的结构形式分为:

- 人力机械式制动系统：通过机械机构传递制动能源的系统。
- 人力液压式制动系统：通过液压系统传递制动能源的系统。

汽车行车制动系统已经不使用人力机械式，只有驻车制动系统采用机械式的制动系统。

3.1 机械制动系统

汽车的驻车制动系统主要采用机械制动系统。

对驻车制动系统的要求：保证汽车在原地可靠驻车并不得自动滑行。用机械锁止方法

驻车制动系统的组成:

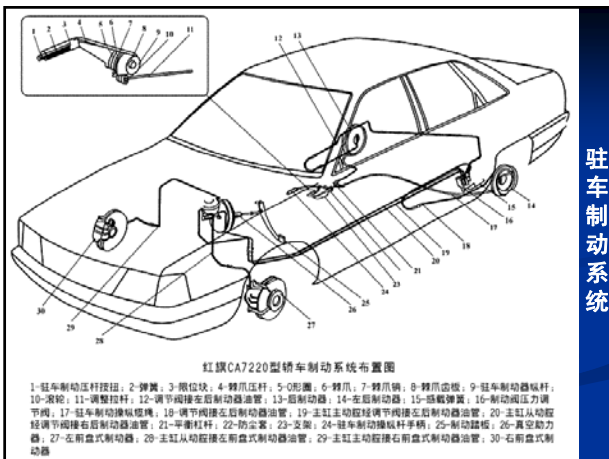
手制动操纵杠杆;

拉杆;

锁止装置;

绳索;

驻车制动器（行车制动器或中央制动器）等。

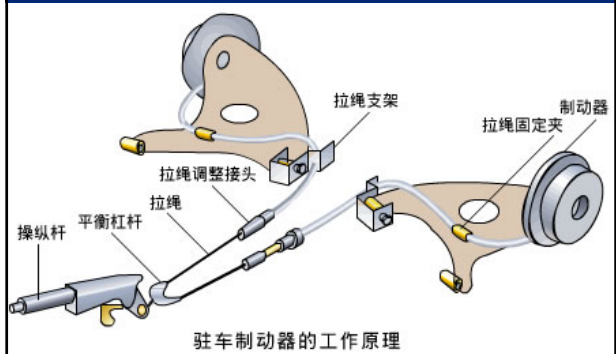


红旗CA7220型轿车制动系统布置图

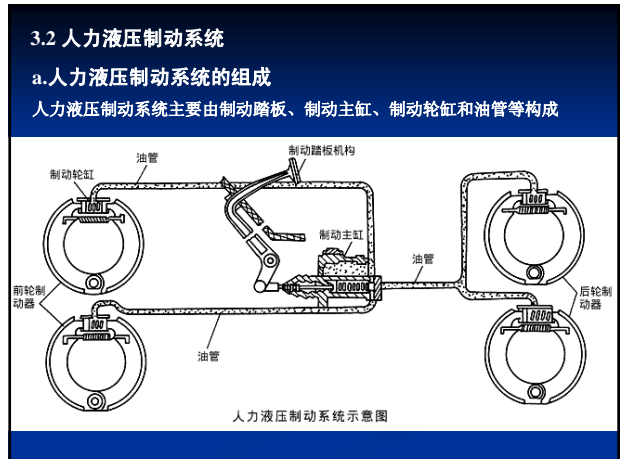
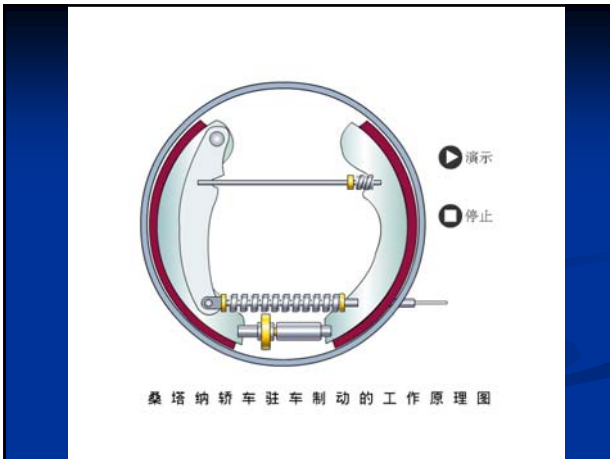
- 1-驻车制动拉杆按钮；2-弹簧；3-限位块；4-棘爪压杆；5-O形圈；6-棘爪；7-棘爪轴；8-棘爪总成；9-驻车制动器轴杆；10-滚轮；11-调整拉杆；12-调节后轴驻车制动器油管；13-后制动器；14-左后制动器；15-后轴弹簧；16-制动调压压力调节阀；17-驻车制动电磁阀；18-调节前轴驻车制动器油管；19-主缸主动腔经调节臂接左后制动器油管；20-主缸主动腔经调节臂接右后制动器油管；21-平衡杆杆；22-防尘套；23-支架；24-驻车制动操纵杆手柄；25-制动踏板；26-真空助力器；27-左前盘式制动器；28-主缸主动腔接左前盘式制动器油管；29-主缸主动腔接右前盘式制动器油管；30-右前盘式制动器

驻车制动系统

驻车制动操纵机构的组成



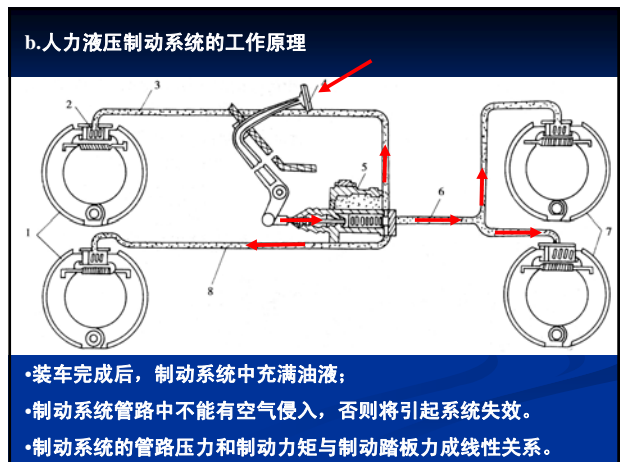
驻车制动器的工作原理



制动主缸：单向作用活塞式油泵。
作用：将制动踏板输入的机械能转化成液压能输出。

制动轮缸：单向单活塞或双活塞式油缸。
作用：将油管输入的液压能转化为机械能，提供制动器的促动力

制动油管：由金属管路和橡胶软管组成；
作用：连接制动主缸和制动轮缸，传递液压能；在车轮相对车架的位置变化，提供补偿量。



➢ 制动系统踏板力和踏板行程的要求：

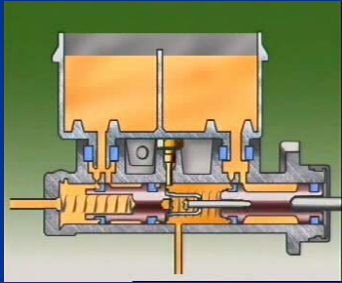
踏板行程：小于150mm(轿车)，180mm（货车）。

踏板力：小于350N(轿车)，550N（货车）。



c.制动主缸——工作过程

踩下制动踏板——推杆前移——后缸活塞移动——前缸活塞移动



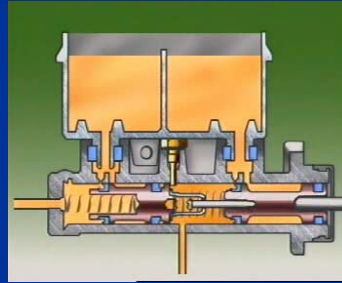
后腔出油

前腔出油

c.制动主缸——管路失效的工作过程

前腔管路失效：前活塞运动至接触缸体——后活塞建立压力。

后腔管路失效：后活塞运动至接触前活塞——前活塞建立压力。



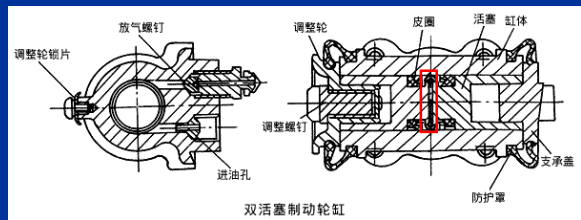
制动主缸工作过程



c.制动轮缸

分为双活塞和单活塞两种类型。

双活塞式制动轮缸应用于领从式制动器、双向双领蹄式和双向增力式。放气阀是制动系统的必备部件，用以排除制动管路中混入的空气。



双活塞制动轮缸

d.制动液

对制动液的要求：

- 高温下不易汽化，否则管路中出现汽阻，导致制动失效；
- 低温流动性好，否则会引起制动灵敏性下降和解除缓慢；
- 不会使之经常接触的金属件腐蚀，橡胶件发生膨胀、变硬和损坏；
- 对液压系统产生较好的润滑作用；
- 吸水性差，溶性好；

常用的汽车制动液：

矿物油制动液：高温性能好，对金属无腐蚀，溶水性差，橡胶膨胀；

合成制动液：汽化温度高，低温流动性好，无腐蚀，但成本高。

植物油制动液：汽化温度低，成本高。

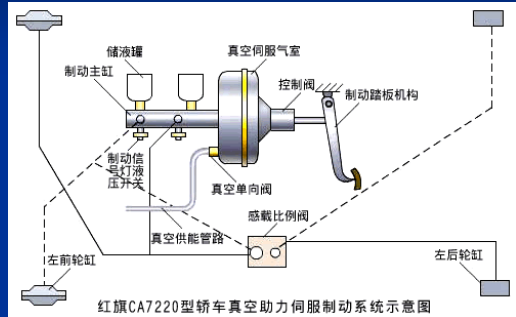


第四节 伺服制动系统

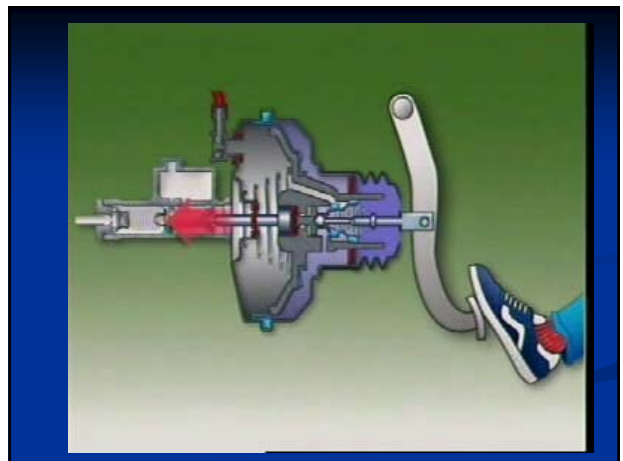
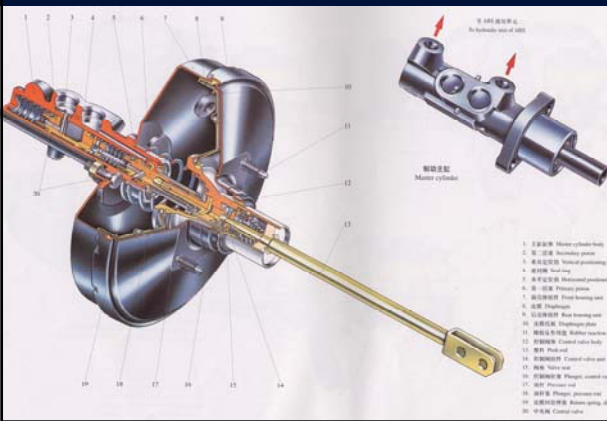
- 伺服制动系统正常工作时，制动能量大部分由动力伺服系统提供；动力伺服系统失效时完全由驾驶员提供。
- 伺服制动系统分类：
 - (1) 按伺服系统输出力的作用部位和对其控制装置操纵方式的不同分为
 - 助力式（直接操纵式）
 - 增压式（间接操纵式）
 - (2) 按伺服能量的形式分为
 - 真空伺服式——真空能（负气压能）
 - 气压伺服式——气压能
 - 液压伺服式——液压能

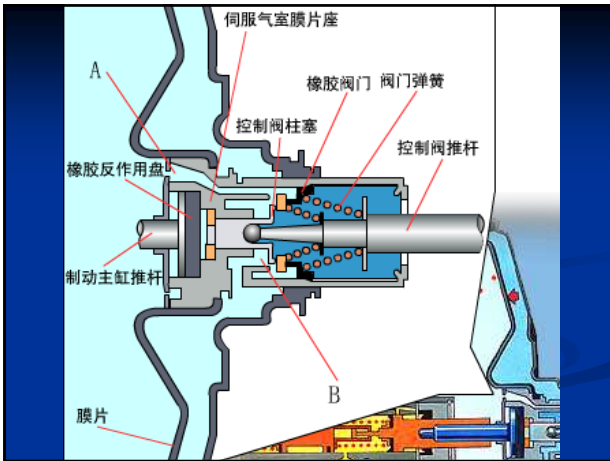
4.1 助力式（直接操纵）伺服制动系统

a. 真空助力伺服制动系统

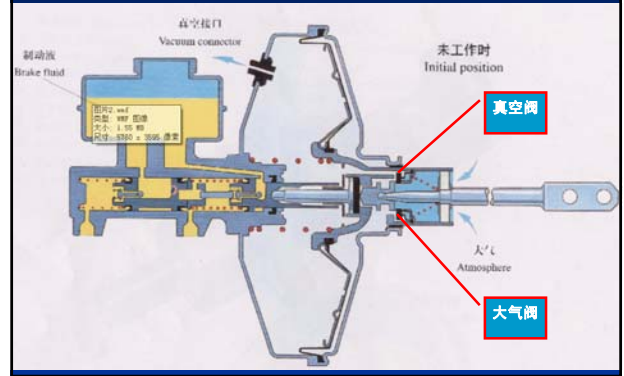


真空助力器的结构与安装方式

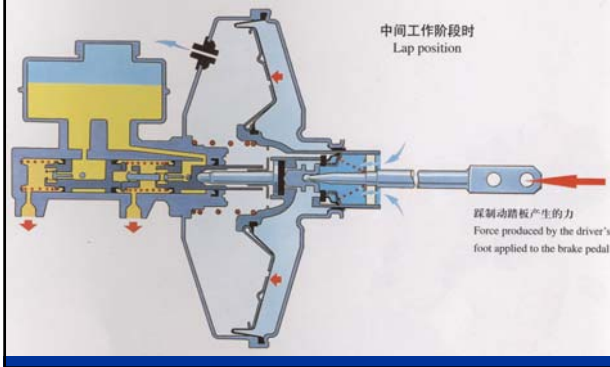




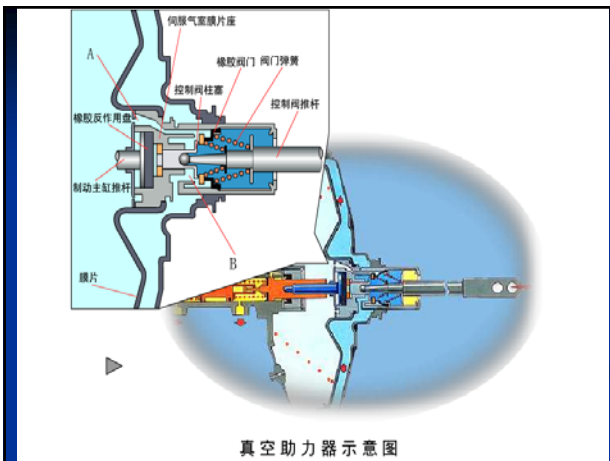
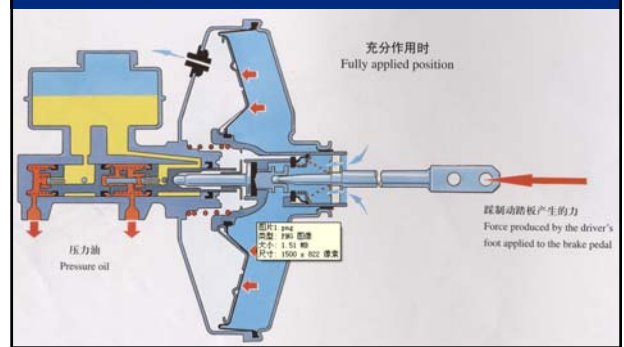
真空助力器的工作过程——未工作时
真空阀开启，大气阀关闭。



真空助力器的工作过程——工作中间阶段
真空阀逐渐关闭，大气阀逐渐开启。



真空助力器的工作过程——充分工作阶段
真空阀关闭，大气阀开启。



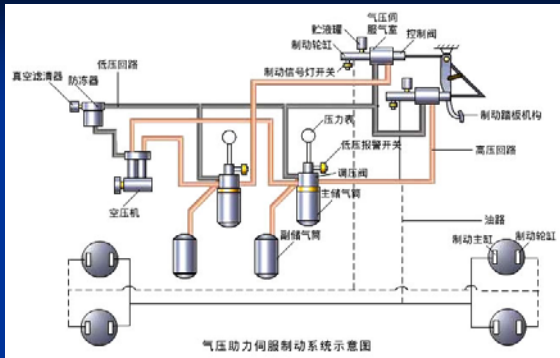
伺服制动控制阀的随动作用：

伺服制动控制阀的随动作用：
伺服制动控制阀具有在任何平衡位置时，其稳定真空度都与踏板行程成递增函数关系的特点。

路感的获得：

驾驶员通过踏板力大小可以感知伺服气室的作用力的大小，从而可以获得制动路感。

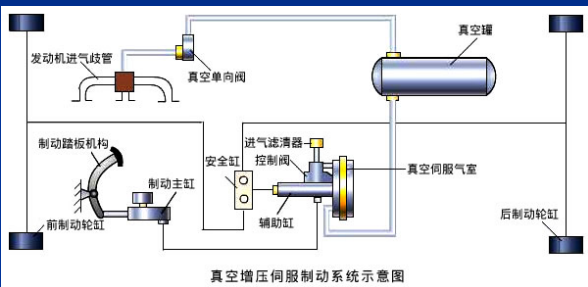
b. 气压助力伺服制动系统



4.2 增压式(间接操纵式)伺服制动系统

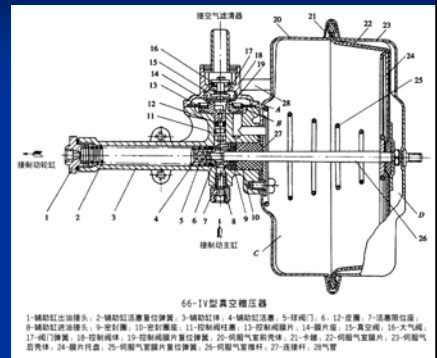
- 特点：
 - 制动踏板机构控制制动主缸，主缸输出的液压传递到辅助缸，并对伺服系统进行控制，伺服系统的输出力与主缸液压共同作用于辅助缸，辅助缸输出到轮缸的液压远高于主缸液压。
- 类型：
 - 真空增压
 - 气压增压

4.2.1 真空增压伺服制动系统

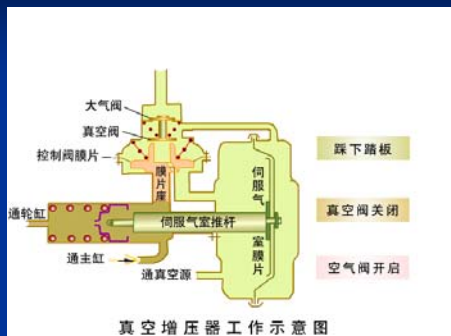


真空增压器

- 真空增压器是真空增压伺服制动系统的核心部件。真空增压器通常由辅助缸、真空伺服气室和控制阀组合装配成一个部件。



真空增压器的工作原理



4.2.2 气压增压伺服制动系统

- 气压增压伺服制动系统的组成和工作原理与真空增压伺服制动系统基本相同，所不同的是气压增压是利用高压空气产生助力作用。
- 由辅助缸、气压伺服气室和控制阀组装而成的部件称为气压增压器。

气压增压伺服制动系统工作原理

