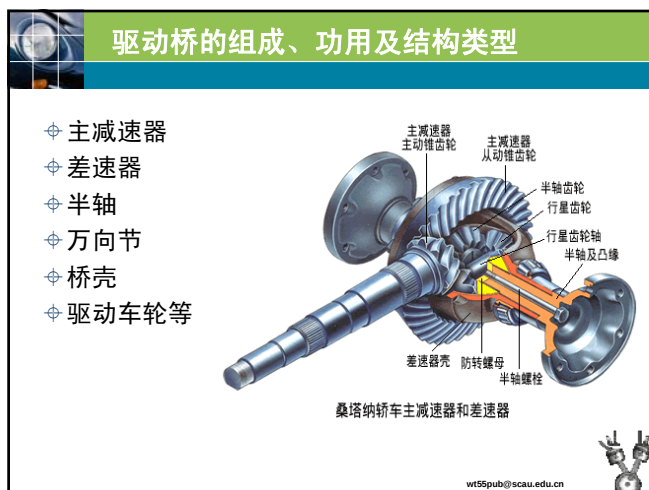
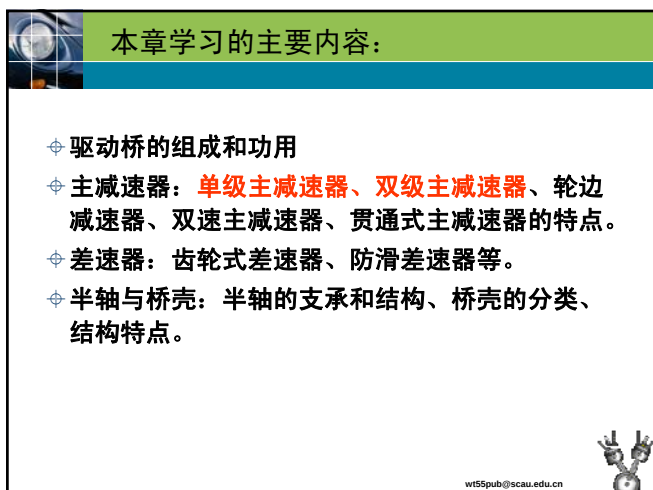
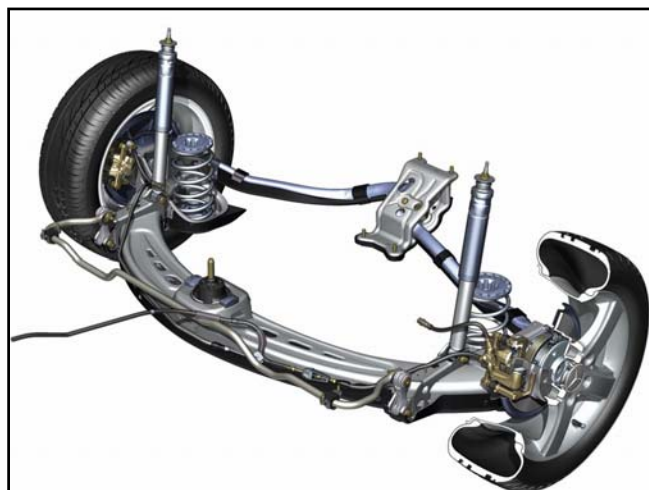
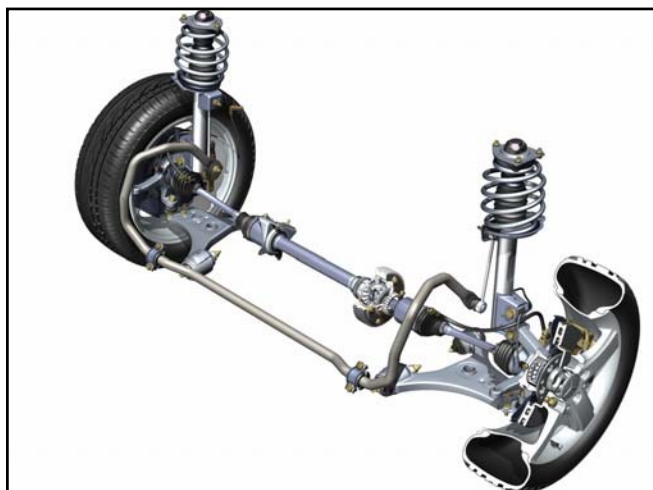
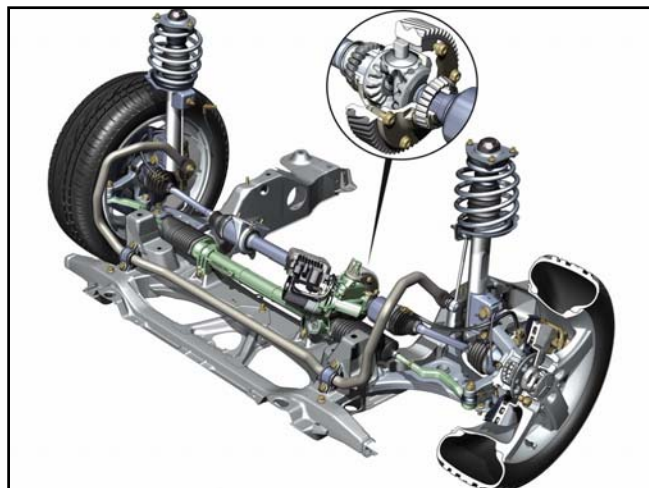




驱动桥的功用

- 1) 通过主减速器齿轮的传动，降低转速，增大转矩；
- 2) 主减速器采用锥齿轮传动，改变转矩的传递方向；
- 3) 通过差速器可以使内外侧车轮以不同转速转动，适应汽车的转向要求；
- 4) 通过桥壳和车轮，实现承载及传力作用

wt55pub@scau.edu.cn



驱动桥的结构类型

- 非断开式（也称整体式）驱动桥
 - 当车轮采用非独立悬架时，驱动桥采用非断开式
- 断开式驱动桥
 - 当驱动轮采用独立悬架时，驱动桥采用断开式

wt55pub@scau.edu.cn



- ◆ 非断开式特点：半轴套管与主减速器壳刚性连成一体，整个驱动桥通过弹性悬架与车架相连，两侧车轮和半轴不能在横向平面内做相对运动。



整体式驱动桥实物

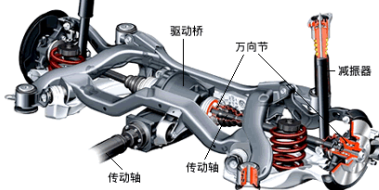
wt55pub@scau.edu.cn



wt55pub@scau.edu.cn

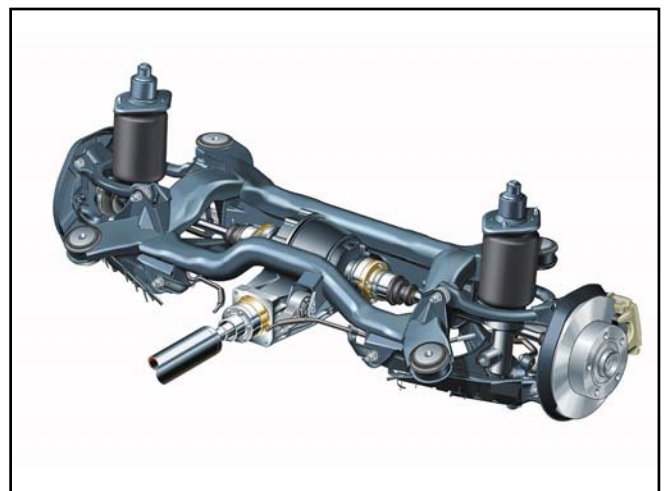


- ◆ 断开式驱动桥：两侧的驱动轮分别通过弹性悬架与车架相连，两车轮可彼此独立地相对于车架上下跳动。与此相对应，主减速器壳固定在车架上，半轴与传动轴通过万向节铰接，传动轴又通过万向节与驱动轮铰接。



奥迪A4轿车的断开式后驱动桥

wt55pub@scau.edu.cn





第一节 主减速器

- ⊕ (1) 主减速器的作用：
 - 降低转速，增大转矩
 - 发动机纵置时，改变转矩旋转方向

wt55pub@scau.edu.cn



第一节 主减速器

- ⊕ (2) 主减速器结构类型：
 - 按传动齿轮副数目：
 - 单级主减速器
 - 双级主减速器
 - 带轮边减速器的双级主减速器
 - 按主减速器传动比档位
 - 单速式：固定的传动比
 - 双速式：有两个档位
 - 按齿轮副结构形式：
 - 圆柱齿轮式(轴线固定式和轴线旋转式)
 - 圆锥齿轮式
 - 准双曲面齿轮式

wt55pub@scau.edu.cn



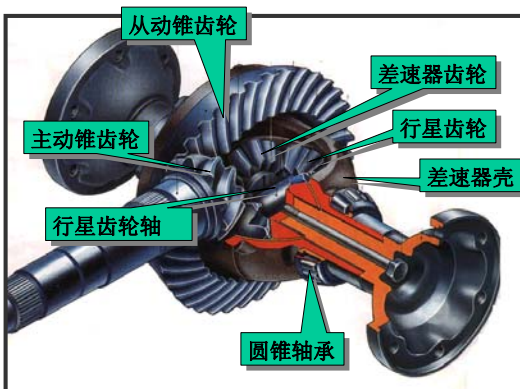
一、单级主减速器

- ⊕ 单级主减速器——是由一对齿轮完成主减速传动的。
- ⊕ 优点：零件少、结构简单紧凑、体积小、重量轻，传动效率高。
- ⊕ 应用：
 - 普遍应用于轿车，如红旗CA7220，Audi100
 - 轻中型货车—EQ1090E型货车

wt55pub@scau.edu.cn



桑塔纳轿车的主减速器



wt55pub@scau.edu.cn



红旗CA7220型轿车单级主减速器

主传动比：主减速器的传动比
 Z_2 —从动齿轮齿数
 Z_1 —主动齿轮齿数

$$i_0 = \frac{Z_2}{Z_1}$$

wt55pub@scau.edu.cn



主减速器的调整

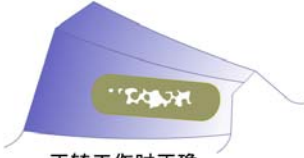
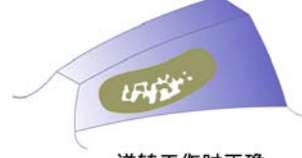
主减速器传递的转矩较大，受力复杂，具有以下特点。

- 1) 主从动锥齿轮之间必须有正确的相对位置
 - 足够的**支承刚度**。确保传递转矩的过程中主从动锥齿轮正确的相对位置不发生改变；
 - 必要的**啮合调整装置**。可以通过改变齿轮轴的轴向位置进行调整，以啮合印迹和齿侧间隙来检查；
- 2) 用圆锥滚子轴承支承，以承受锥齿轮传动的轴向力；
- 3) 圆锥滚子轴承的**预紧度可调**。

wt55pub@scau.edu.cn

主减速器的调整

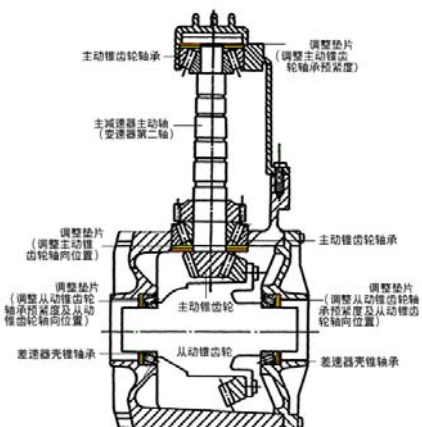
主减速器的调整分为原始调整和使用调整。

正转工作时正确的啮合印迹位置 逆转工作时正确的啮合印迹位置

从动锥齿轮正确的啮合位置

wt55pub@scau.edu.cn



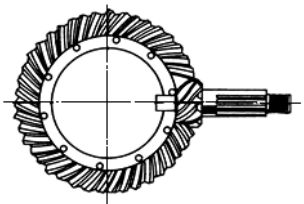
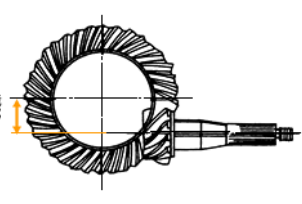
奥迪100型轿车主减速调整垫片

idu.cn

第一节 主减速器

常用的齿轮型式

- 斜齿圆柱齿轮——主从动齿轮轴线平行
- 曲线齿锥齿轮——主从动锥齿轮轴线垂直且相交

曲线齿锥齿轮传动 准双曲面锥齿轮传动

主动和从动锥齿轮轴线位置

准双曲面齿轮的优缺点

准双曲面齿轮广泛应用于轿车上，在中重型货车上也得到越来越多的应用。与曲线齿锥齿轮相比：

优点：

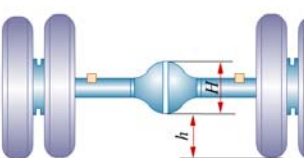
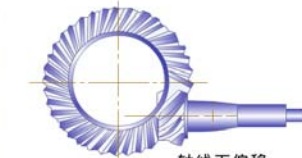
- 结构紧凑、工作平稳性更好，噪声小
- 同时啮合齿数多，轮齿弯曲强度和接触强度更高
- 主动齿轮的轴线可以相对从动齿轮轴线偏移——可以使车身和整车质心降低，提高行驶稳定性

缺点：

- 齿间有较大的相对滑动
- 齿面间压力很大，齿面油膜易被破坏，**必须使用含防刮伤添加剂的准双曲面齿轮油。**

wt55pub@scau.edu.cn

第一节 主减速器

轴线下偏移的作用 轴线下偏移

在驱动桥离地间隙 h 不变的情况下，可以降低主动锥齿轮的轴线位置，从而使整车车身及重心降低。

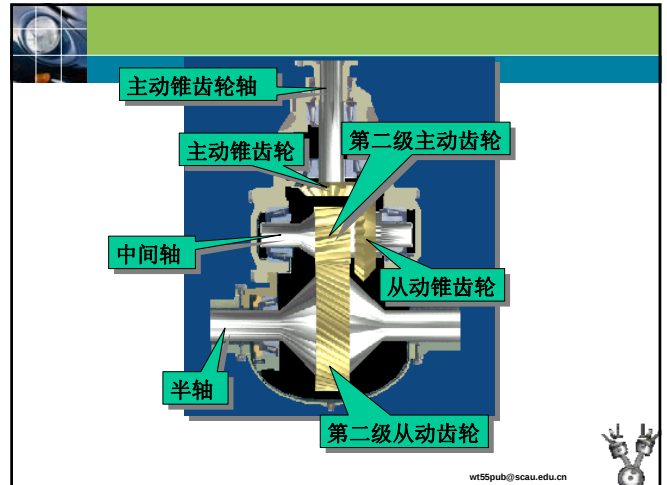
wt55pub@scau.edu.cn

二、双级主减速器

⊕ 传动方式:

- 第一级: 锥齿轮传动
- 第二级: 圆柱斜齿轮传动

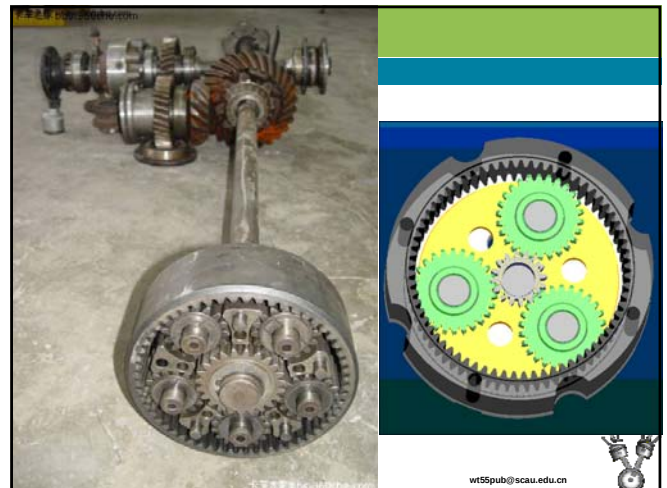
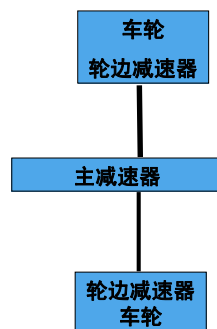
⊕ 应用: CA1091型



三、轮边减速器

⊕ 在重型载货车、越野汽车或大型客车上, 当要求传动系的传动比值较大, 离地间隙较大时, 往往在两侧驱动轮附近再增加一级减速传动, 称为轮边减速器, 轮边减速也可以看作是主减速器的第二级传动。

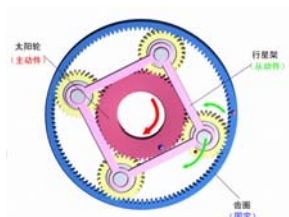
⊕ 轮边减速器一般采用行星齿轮变速器。



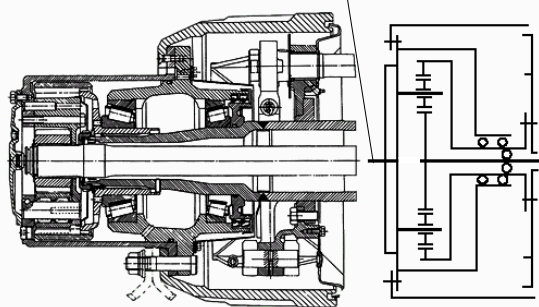
$$i_0 = 1 + \frac{Z_2}{Z_1}$$

Z_2 - 齿圈齿数
 Z_1 - 太阳轮齿数

动力传递路线: 半轴 → 太阳轮
→ 行星齿轮 → 行星架 → 轮毅
→ 车轮



书中有误

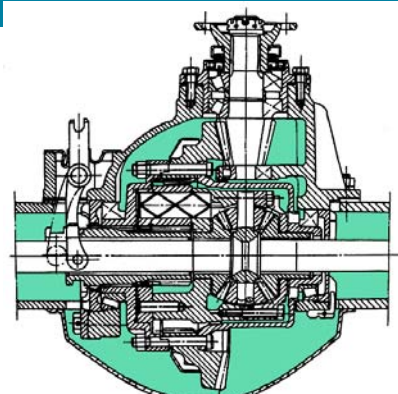


装配图 传动简图
斯太尔汽车后驱动桥的轮边减速器

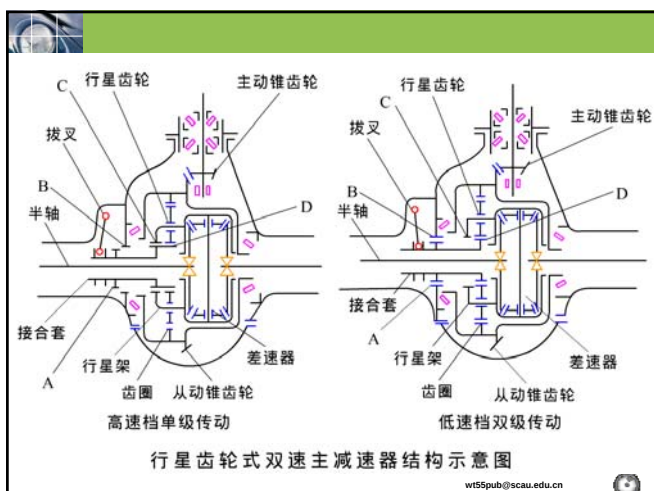
wt55pub@scau.edu.cn

四、双速主减速器

为了充分提高汽车的动力性和经济性，有些汽车装用了两档的主减速器，此时，主减速器还兼起了副变速器的作用。

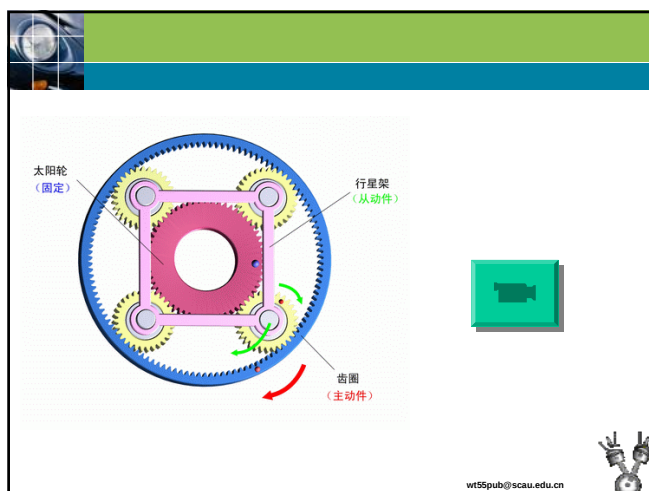


行星齿轮式双速主减速器



行星齿轮式双速主减速器结构示意图

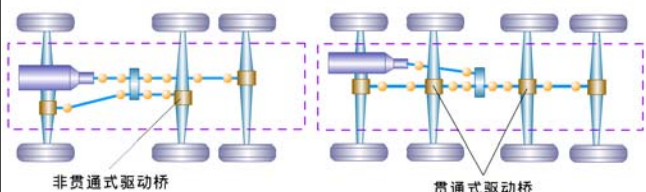
wt55pub@scau.edu.cn



wt55pub@scau.edu.cn

五、贯通式主减速器

多轴驱动汽车的各驱动桥的布置有非贯通式和贯通式两种。采用贯通式驱动桥可以减少分动器的动力输出轴数量，简化了结构。



非贯通式驱动桥与贯通式驱动桥的布置简图

wt55pub@scau.edu.cn

第二节 普通圆锥齿轮差速器

车轮对路面的相对运动：滚动、滑动(滑转、滑移)

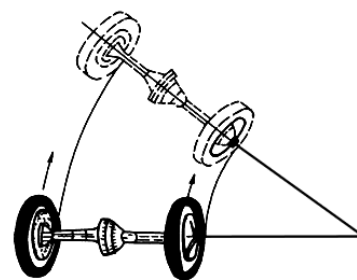
车辆转弯工况的分析：
设车轮中心的速度为：U。
车轮的纯滚动半径为：r；
车轮的角速度为：ω。

则：
车轮纯滚动时：
 $U = \omega \times r$ 。

车轮纯滑转时：
 $\omega \neq 0$ 但 $U = 0$ 。

车轮纯滑移时：
 $U \neq 0$ 但 $\omega = 0$ 。

当汽车转弯时，在同一时间内：
外侧车轮位移长，内侧车轮位移短，如果内外车轮转速相同，则：
外侧车轮一边滚动，一边滑移；
内侧车轮一边滚动，一边滑转。



汽车转向时驱动轮运动示意图

wt55pub@scau.edu.cn

差速器功用和分类

功用：

- 使左右车轮可以不同的车速进行纯滚动或直线行驶。
- 将主减速器传来的扭矩平均分给两半轴，使两侧的车轮驱动力相等。

分类：

- 1、轮间差速器 轴间差速器
- 2、普通差速器 防滑差速器
- 3、按齿轮的形状：圆锥齿轮差速器 圆柱齿轮差速器
- 4、按输出转矩是否相等：对称式差速器 不对称差速器

wt55pub@scau.edu.cn



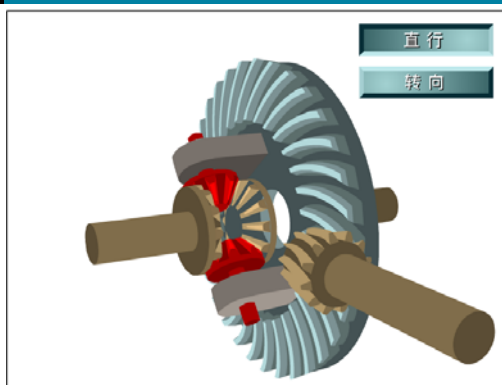
差速器装配



wt55pub@scau.edu.cn



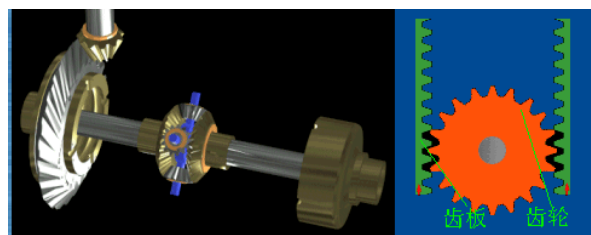
差速器的基本工作原理



wt55pub@scau.edu.cn



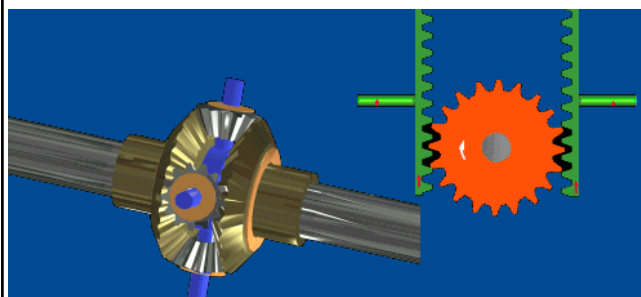
直线行驶时的差速器



wt55pub@scau.edu.cn



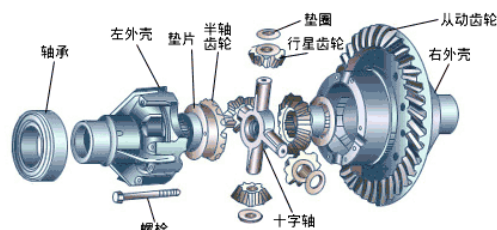
转弯行驶时的差速器



wt55pub@scau.edu.cn



2.1 齿轮式差速器

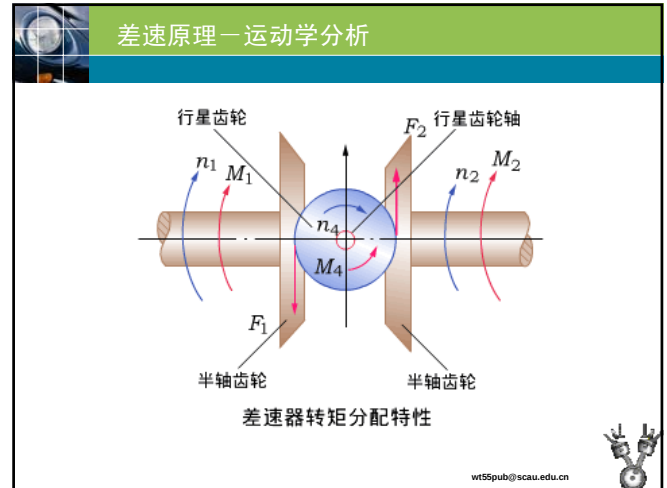
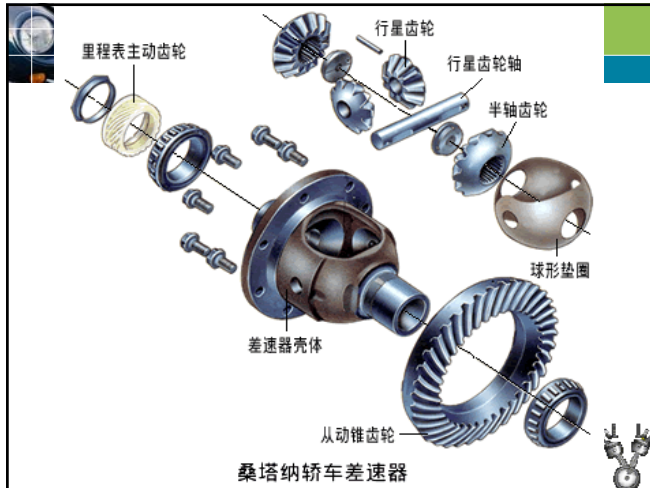


对称式锥齿轮差速器零件分解图

- 组成—>装配关系—>动力传递路线
- 公转、自转、既公转又自转

wt55pub@scau.edu.cn





差速原理—运动学分析

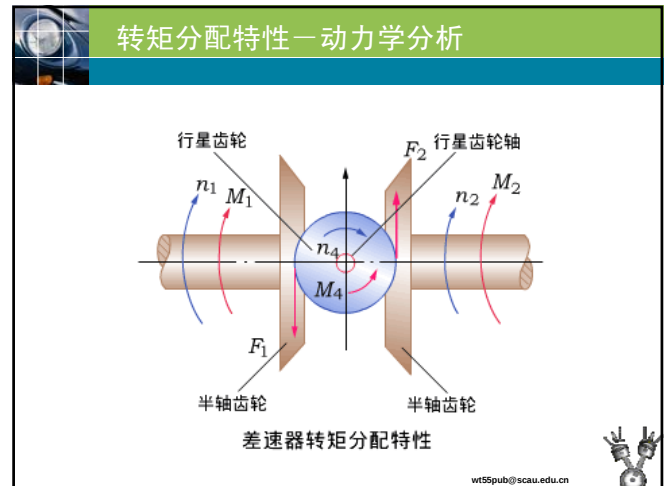
运动特性方程式:

$$n_1 + n_2 = 2n_0$$

表明: 左右半轴齿轮的转速和等于差速器壳转速的两倍, 与行星齿轮转速无关。

分析:

- 当任意一侧车轮转速为零时:
- 当差速器壳的速度为零时:



差速原理—运动学分析

设主减速器传来的转矩为: M_0

左右半轴的转矩分别为: M_1, M_2

- 1) 当左右半轴转速相等时: $M_1 = M_2 = 1/2 M_0$;
- 2) 当左右半轴转速不相等时: 设 $n_1 > n_2$
 - 行星齿轮因为自转而产生力矩 M_4 ,
 - $M_1 = 1/2 (M_0 - M_4)$
 - $M_2 = 1/2 (M_0 + M_4)$

当左右两轮存在转速差时, 摩擦力矩使得转得快的半轴转矩减小, 转得慢的半轴转矩增大。

衡量差速器内摩擦力矩的大小及转矩分配特性的参数

转矩比 S : 较高转矩侧半轴传递转矩 M_b 与较低转矩侧半轴传递转矩 M_s 之比。

$$S = \frac{M_b}{M_s}$$

锁紧系数 K : 内摩擦转矩 M_r 与差速器传递转矩 M_0 之比。

$$k = \frac{M_r}{M_0}$$

归纳

对称式锥齿轮差速器：

- 内摩擦力矩很小，锁紧系数 $K=0.05\sim 0.15$ ，转矩比 $S=1.1\sim 1.4$ 。
- 可以认为，无论左右驱动轮转速是否相等，转矩基本总是平均分配。
- 其运动学和动力学特性可以概括为“**差速但不差转矩**”
- 适于在好路面上直线或转弯行驶，但在坏路面，如一边泥泞或冰雪地。导致驱动力不足。

wt55pub@scau.edu.cn

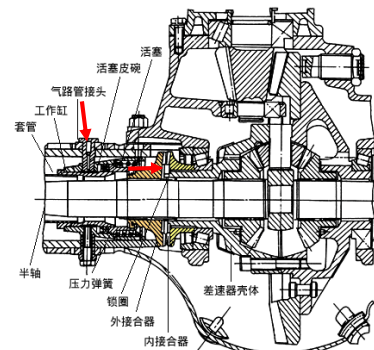


二、 强制锁止式差速器

对称式锥齿轮差速器的动力学特性不利于汽车的通过性，可以采用**强制锁止式差速器**克服其缺点。

差速锁

斯堪尼亚LT110型的特点：外接合器与半轴通过花键相连，内接合器与差速器壳体通过花键相连。当内外接合器相互接合时，将半轴齿轮与差速器壳体连为一体，差速器失去差速功能。结构简单，**操纵在停车时进行**。



斯堪尼亚LT110型汽车强制锁止式差速器

普通圆锥行星齿轮式差速器的问题

- ✦ 结构特点决定其只能在驱动轮间**平均分配**驱动转矩，无法实现按需分配。
- ✦ 后果：例：**附着系数较低或者附着条件不均匀路面**。
 - 影响通过性
 - 行驶安全性
 - 稳定性
 - 动力性
- ✦ 为解决该问题，开发了限滑差速器LSD—Limited slip differential.

wt55pub@scau.edu.cn



第三节 限滑差速器LSD

LSD按工作原理分类

- **转矩**敏感式限滑差速器—商用车主导产品
- **转速**敏感式限滑差速器
- 主动控制式—发展潜力巨大

wt55pub@scau.edu.cn



3.1 转矩式防滑差速器

按结构分类

- 锥盘式
 - AuburnGear公司生产，GM，Ford，戴-克公司车型
- 轮齿式
 - 轮齿特性实现限滑，如：蜗轮式、螺旋齿式、直齿式等。True Trac限滑差速器和托森差速器最为典型
- 摩擦片式
 - SureTrac式限滑差速器最为典型

wt55pub@scau.edu.cn

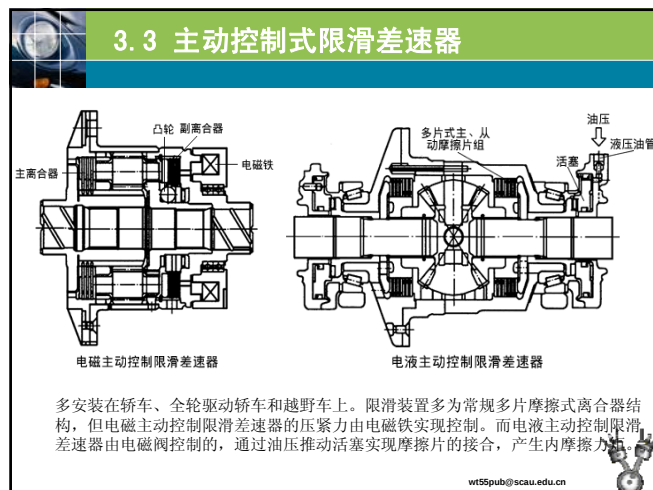
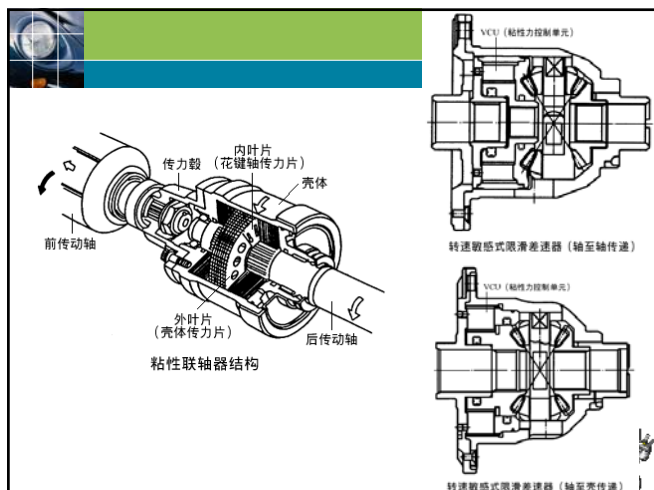


3.2 转速敏感式限滑差速器

- ✦ 利用液体的粘性摩擦特性，即硅油的粘性摩擦特性感知速度差，实现差速器限滑作用。

wt55pub@scau.edu.cn



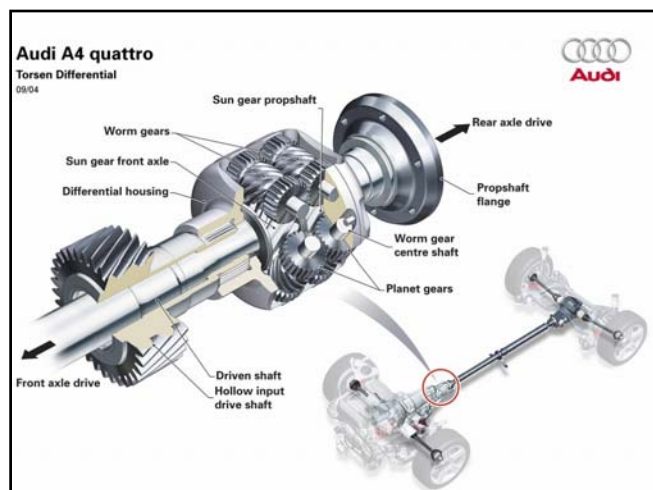
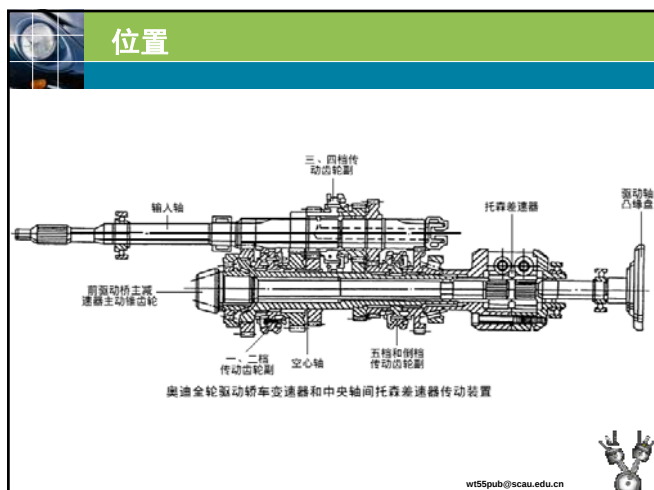


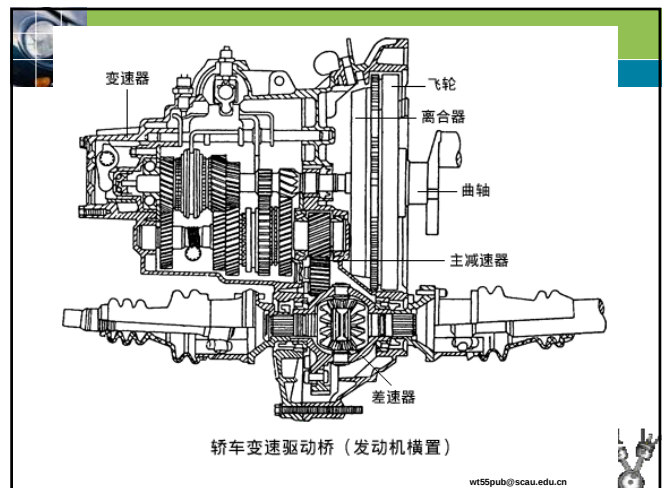
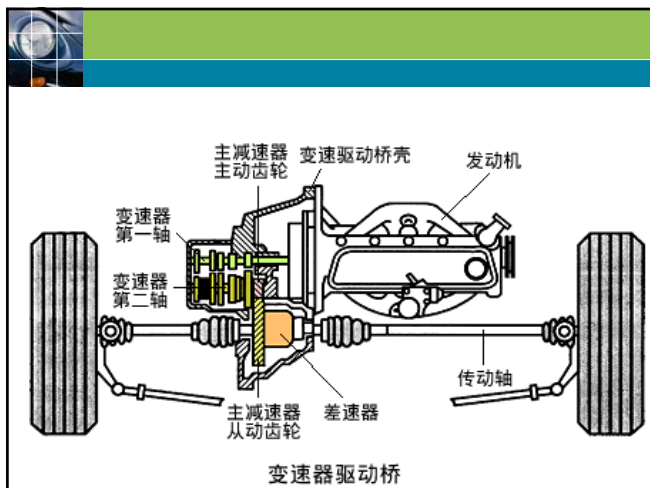
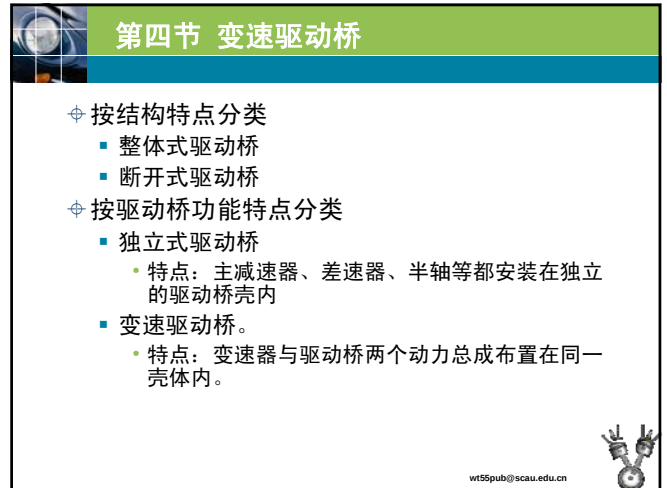
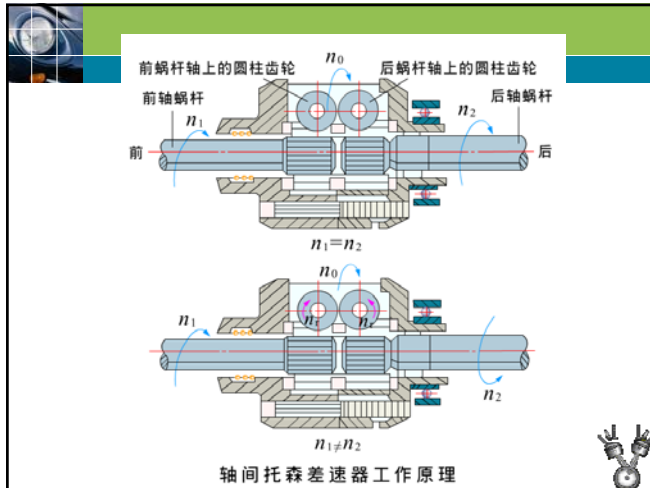
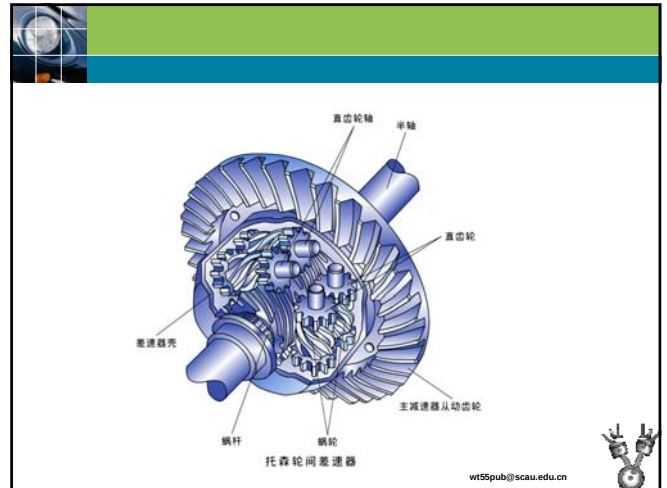
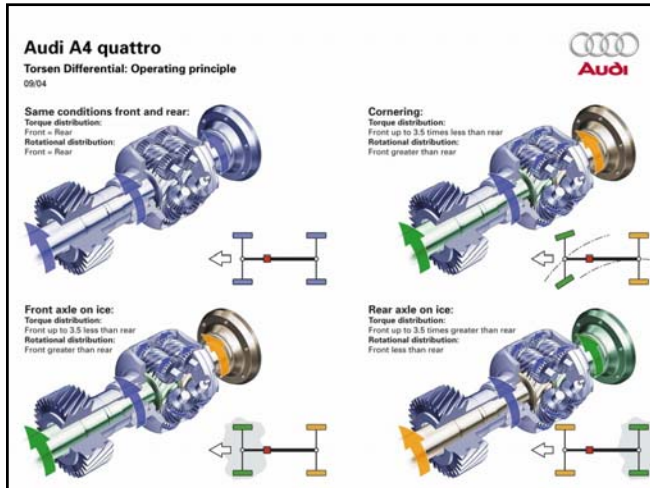
3.4 其他几种常用限滑差速器

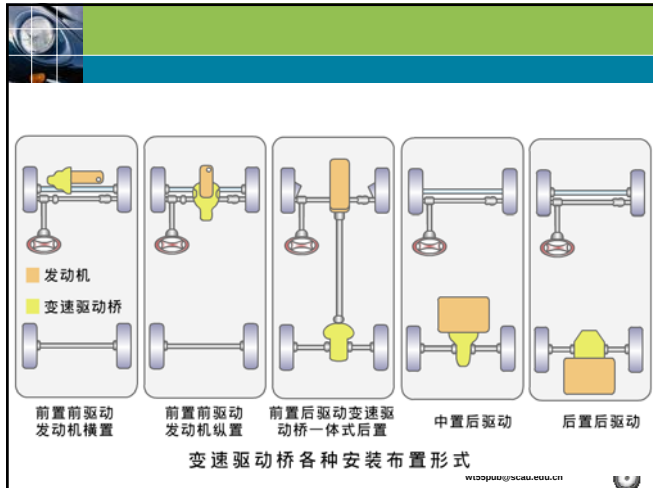
- ❖ 滑块凸轮式
 - (转矩敏感式，中重型载货车)
- ❖ 蜗轮蜗杆式(托森式)限滑差速器
 - (转矩敏感式，轿车)
- ❖ 牙嵌自由轮式差速器
 - (转速敏感式，中重型载货车)

3.4.1 托森差速器

- ❖ 利用蜗轮蜗杆传动的不可逆性原理和齿面高摩擦条件，使差速器根据其内部内摩擦力矩大小而自动锁死或松开。
- ❖ 托森差速器常被用于全轮驱动轿车的中央轴间差速器，后驱动桥的轮间差速器，但通常不用于转向驱动桥的轮间差速器。







第五节 驱动车轮的传动装置与桥壳

一、驱动车轮的传动装置

- 位于传动系末端，功用是将转矩由差速器的半轴齿轮传给驱动车轮。

5.1 半轴

1. 半轴

- 半轴的内侧通过花键与半轴齿轮相连，外侧用凸缘与驱动轮的轮毂相连
- 作用：将动力直接传递给驱动轮。

5.1.1 半浮式半轴

- 结构特点：外端以圆锥面及键与轮毂相固定支撑在一个圆锥滚子轴承上，向外的轴向力由圆锥滚子轴承承受，向内的轴向力通过滑块传给另一侧半轴的圆锥滚子轴承。
- 特点是半轴外端通过轴承支撑在桥壳上，作用在车轮的力都直接传给半轴，再通过轴承传给驱动桥壳体。半轴既受转矩，又受弯矩。**常用于轿车、微型客车和微型货车。**

5.1.2 全浮式半轴

- 全浮式半轴的特点是半轴外端与轮毂相连接，轮毂通过圆锥滚子轴承支撑在桥壳的半轴套管上，作用在车轮上的力通过半轴传给轮毂，轮毂又通过轴承将力传给驱动桥壳，半轴只受转矩，不受弯矩。**用于轻型、中型、重型货车、越野汽车和客车上**

5.1.3 驱动车轮传动装置的万向节

某轿车转向驱动桥的驱动轮传动装置 装备凸缘式万向节的汽车驱动传动装置

转向驱动桥和断开式驱动桥驱动车轮的传动装置中必须采用万向节传动，以便转向车轮能够转向，断开式驱动桥的摆动半轴能够摆动。

5.2 桥壳

作用:

- 支承并保护主减速器、差速器和半轴，固定驱动轮，使轮距保持不变；
- 支承车架及车架上各总成的重量；
- 承受汽车的行驶时，车轮传来的力和力矩，并通过悬架系统传给车架。

要求:

- 刚度和强度大；
- 质量轻；
- 便于主减速器的拆卸和安装；
- 便于制造

wt55pub@scau.edu.cn



5.2 桥壳

⊕ 用来安装主减速器、差速器、半轴、轮毂等部件的基础体

⊕ 按结构分类

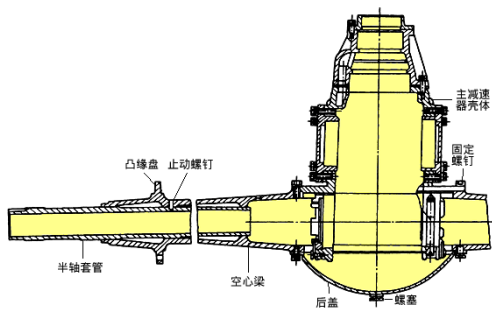
- 1) 整体式桥壳
- 2) 分段式驱动桥壳

wt55pub@scau.edu.cn



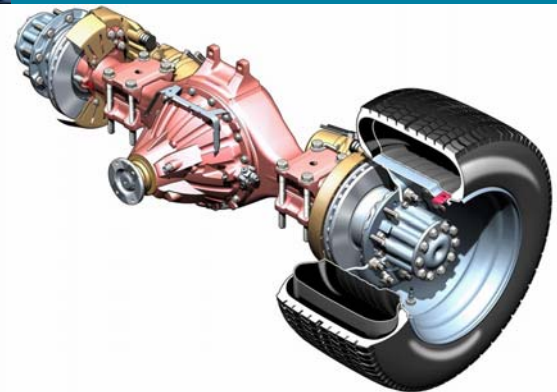
5.2.1 整体式桥壳

特点：
强度和刚度较大；
便于主减速器的装配、调整和维修
因此使用比较普遍

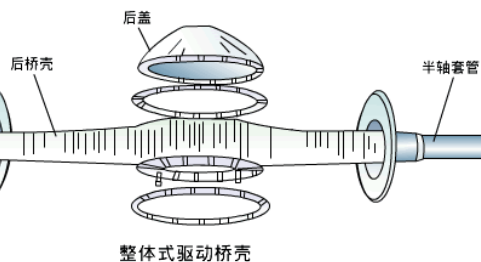


解放CA1091型汽车整体式铸造驱动桥壳

wt55pub@scau.edu.cn



Hinterachse HL6 mit Super-Breitreifen



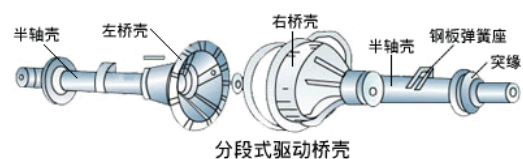
整体式驱动桥壳

wt55pub@scau.edu.cn



5.2.2 分段式驱动桥壳

⊕ 特点是宜于铸造，加工简便，但装车后不便于驱动桥的维修，使用较少。



分段式驱动桥壳

wt55pub@scau.edu.cn



