



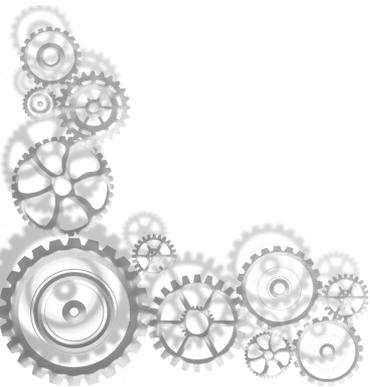
日照职业技术学院

现代汽车学院



齿轮传动基础认知

所用课时：2课时



《汽车机械技术》精品资源共享课



一、课程目标：

- 1、了解齿轮传动的特点和类型；
- 2、掌握渐开线直齿圆柱齿轮各部分的名称；
- 3、熟悉不同齿轮传动的传动特点。

二、课程重点：

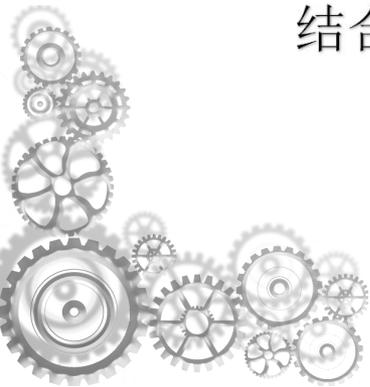
掌握齿轮传动的类型。

三、课程难点：

掌握标准直齿圆柱齿轮的传动特点。

四、学习方法：

结合课件和视频资料，多学习，顺利完成课后习题。

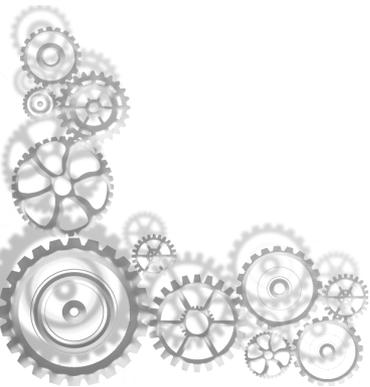




一、齿轮传动的组成、传动比和特点

齿轮传动用来传递任意两轴间的运动和动力的一种啮合传动，是现代机械中应用最广的一种机械传动。

- 1、齿轮传动是指主动轮、从动轮轮齿直接啮合，传递运动和动力的一种啮合传动。
- 2、传动比
- $i_{12}=n_1/n_2=z_2/z_1$





3、特点

齿轮传动与带传动相比主要有以下优点：

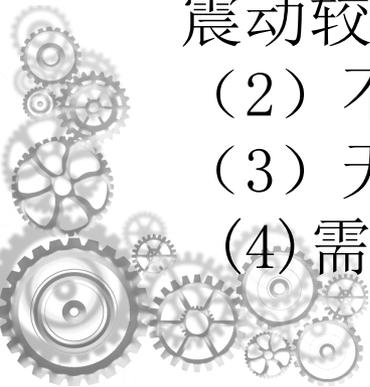
- (1) 齿轮传动可用来传递空间任意两轴之间的运动和动力
- (2) 传动比稳定，能保证瞬时传动比恒定，传动准确可靠
- (3) 适用的功率、速度和尺寸范围大，速度可达30m/s，功率

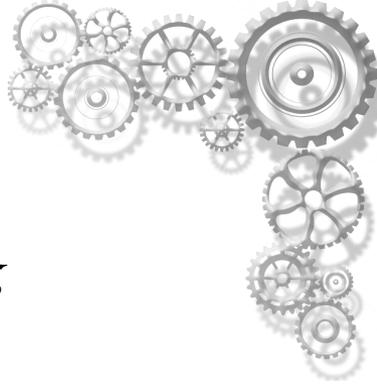
可达100000Kw，直径可以从1mm到150m以上

- (4) 传动效率高，工作可靠且使用寿命长
- (5) 结构紧凑，体积小

齿轮传动与带传动相比主要缺点有：

- (1) 制造、安装精度要求较高，精度低时，传动的噪声和震动较大
- (2) 不宜作远距离传动。
- (3) 无过载保护
- (4) 需专门加工设备，因而成本也较高；





1. 按兩軸位置

齒輪傳動

平面齒輪傳動
 (圓柱齒輪傳動)

直齒圓柱齒輪傳動
 (輪齒與軸平行)

外啮合
 內啮合
 齒輪齒條

斜齒圓柱齒輪傳動
 (輪齒與軸不平行)

外啮合
 內啮合
 齒輪齒條

人字齒輪傳動 (輪齒成人字形)

空間齒輪運動

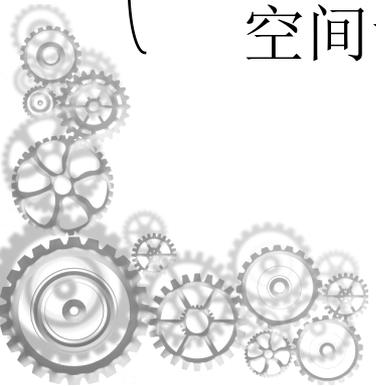
傳遞相交軸運動
 (錐齒輪傳動)

直齒
 斜齒
 曲線齒

傳遞交錯軸運動

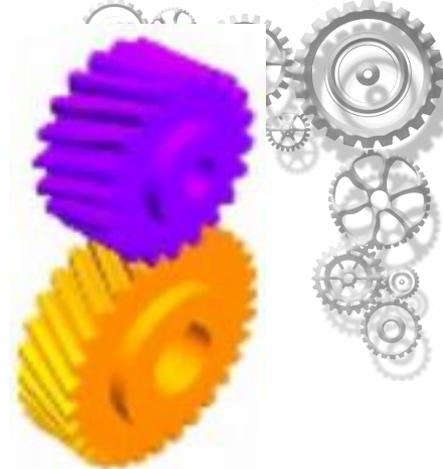
交錯軸斜齒輪傳動
 蝸輪蝸杆傳動

《汽車機械構造》精義 齒輪傳動 共享課





院

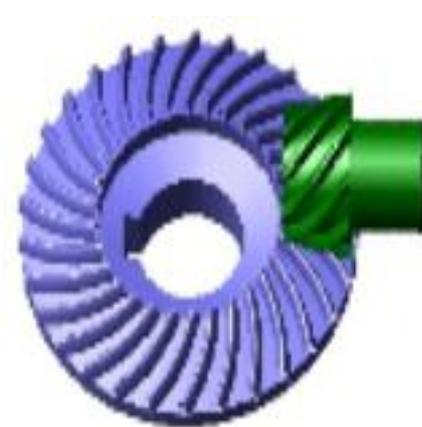


外啮合直齿圆柱齿轮传动

内啮合直齿圆柱齿轮传动

齿轮齿条传动 (直齿条)

外啮合斜齿圆柱齿轮传动

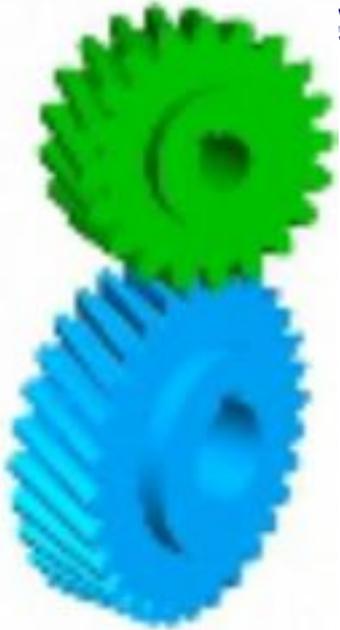


人字齿轮传动

齿轮齿条传动 (斜齿条)

直齿圆锥齿轮传动

曲齿圆锥齿轮传动



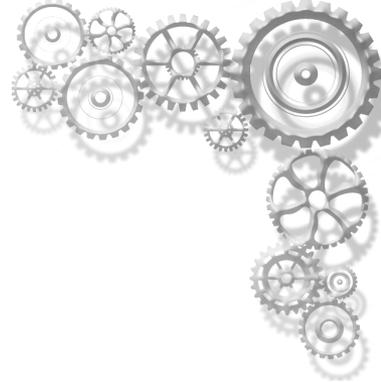
螺旋齿轮传
(交错轴斜齿轮
传动)



蜗杆传动



准双曲面齿轮传
动



2、按工作条件

开式—适于低速及不重要的场合

半开式—农业机械，建筑机械及简单机械设备，只有简单防护罩

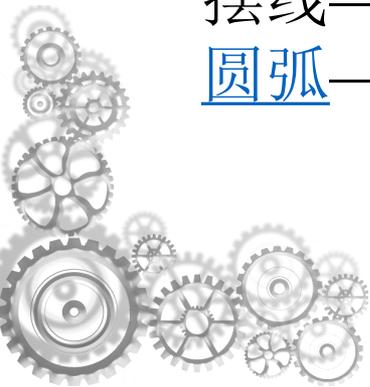
闭式—润滑、密封良好，汽车、机床及航空发动机等齿轮传动中

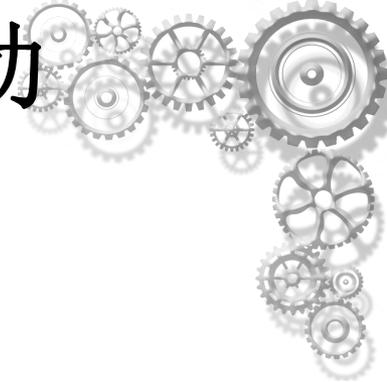
3、按齿形

渐开线——常用

摆线——计时仪器

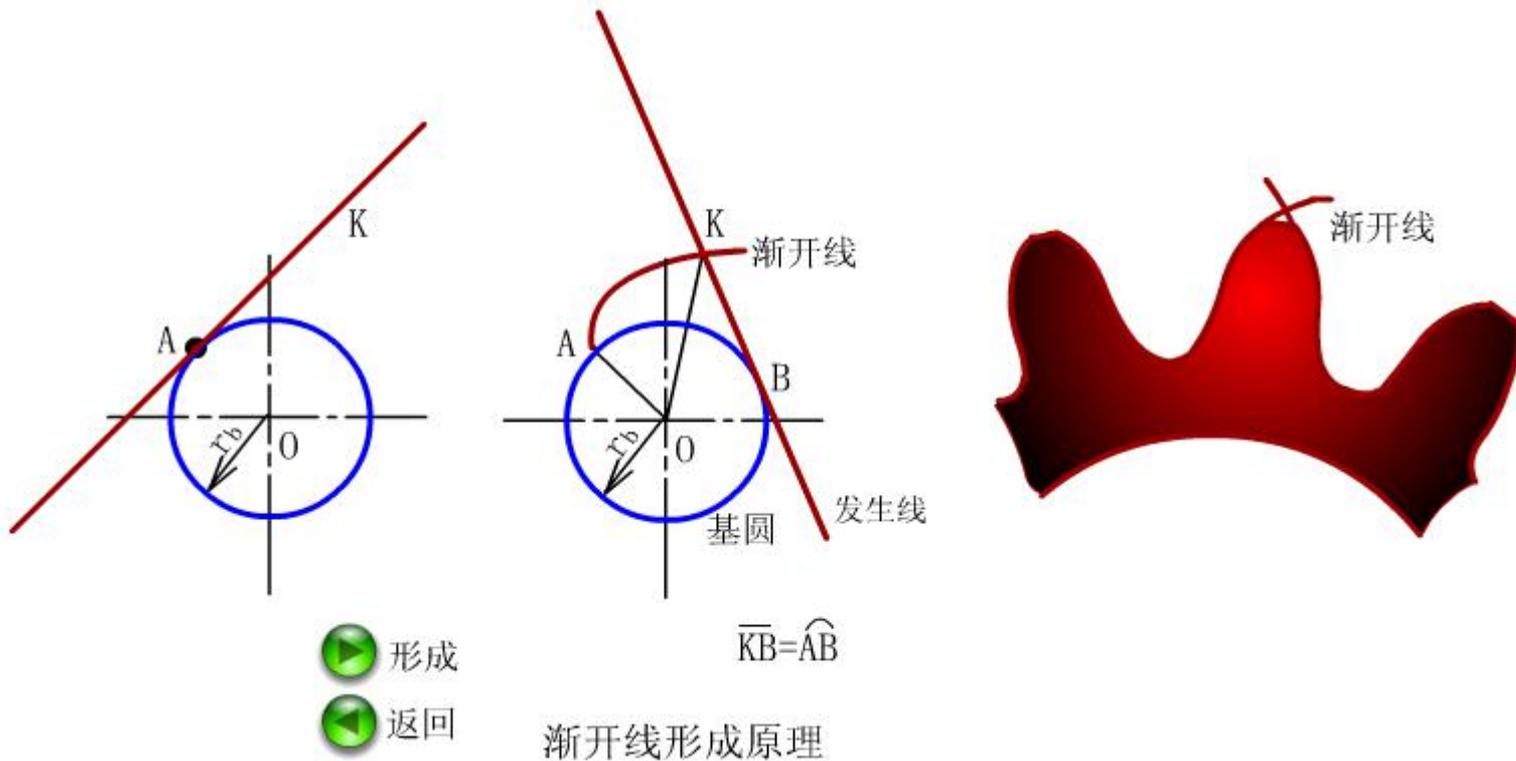
圆弧——承载能力较强



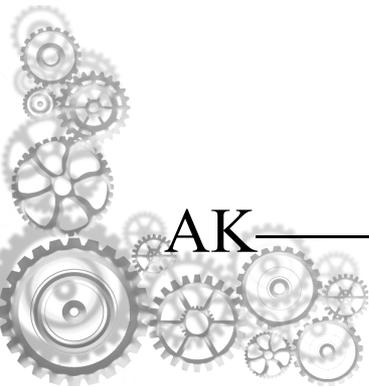


一、渐开线的形成及特性

1、渐开线齿廓形成



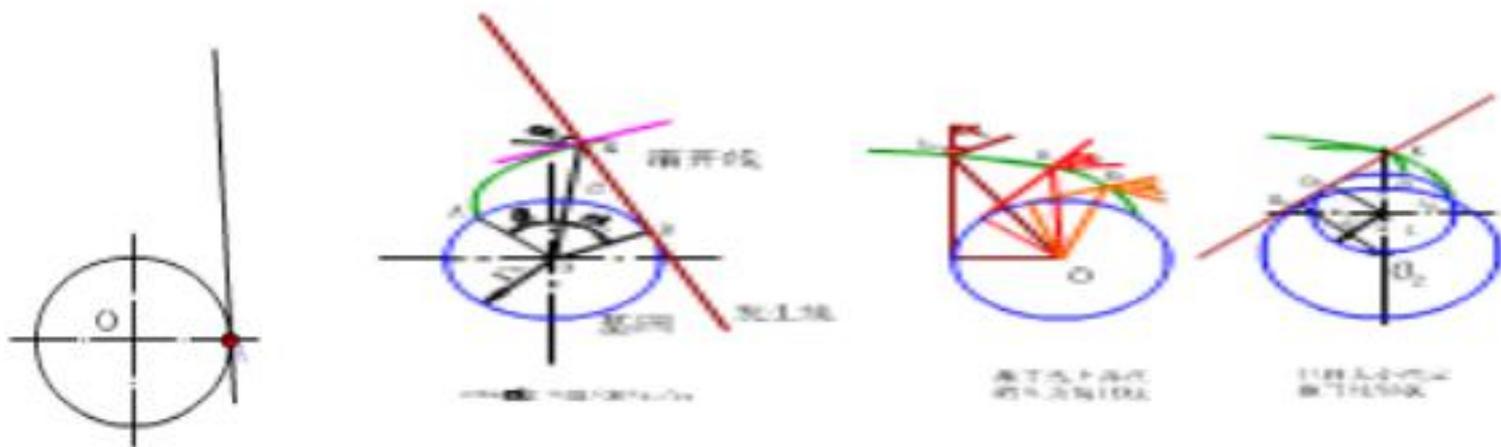
AK——渐开线； 基圆： r_b ； $n-n$ ：发生线；





2、渐开线的性质

(1) 发生线沿基圆滚过的线段长度等于基圆上被滚过的相应弧长。



(2) 渐开线上任意一点法线必然与基圆相切。换言之，基圆的切线必为渐开线上某点的法线。

(3) 渐开线齿廓上某点的法线与该点的速度方向所夹的锐角称为该点的压力角。

(4) 渐开线的形状只取决于基圆大小。

(5) 基圆内无渐开线。



渐开线直齿圆柱齿轮的各部分名称及主要参数



1、齿轮各部分名称和尺寸

齿数—— Z

(1)、基圆 $d_b (r_b)$

(2)、齿顶圆 $d_a (r_a)$

(3)、齿根圆 $d_f (r_f)$

(4)、分度圆 $d (r)$

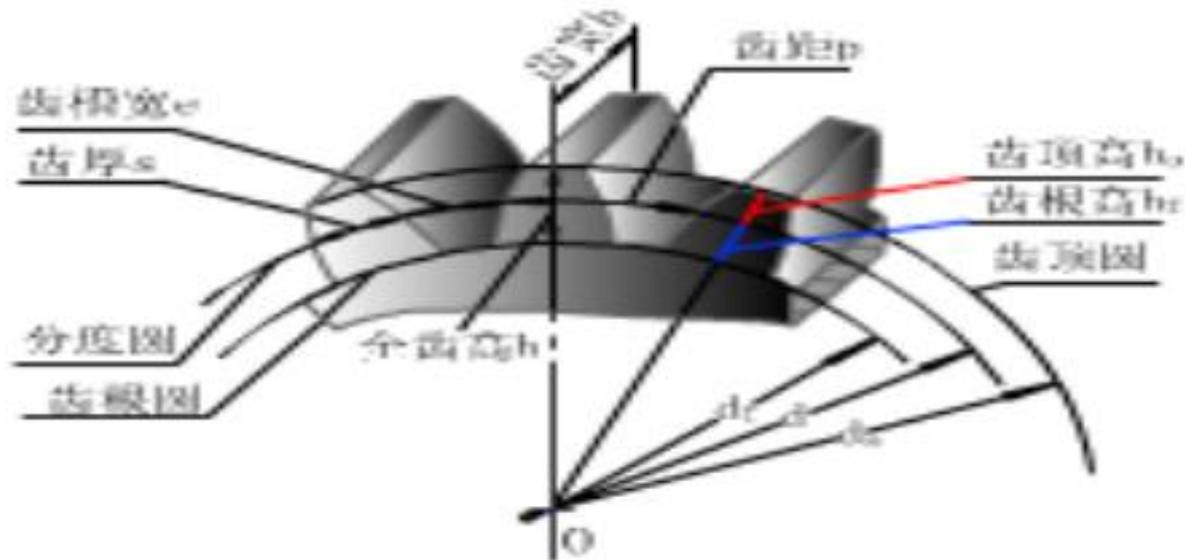
测量基准

(5)、在任意圆上 d_k

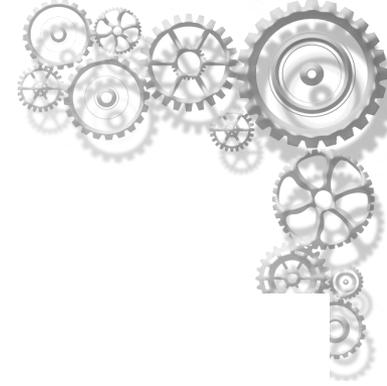
齿槽宽 e_k

齿厚 S_K

齿距 $P_K = e_k + S_K$



齿轮各部分名称及符号



基节 P_b

基节—基圆上的齿距

周节 P

周节—分度圆上的齿距

$$P = s + e = 2s = 2e$$

(6).

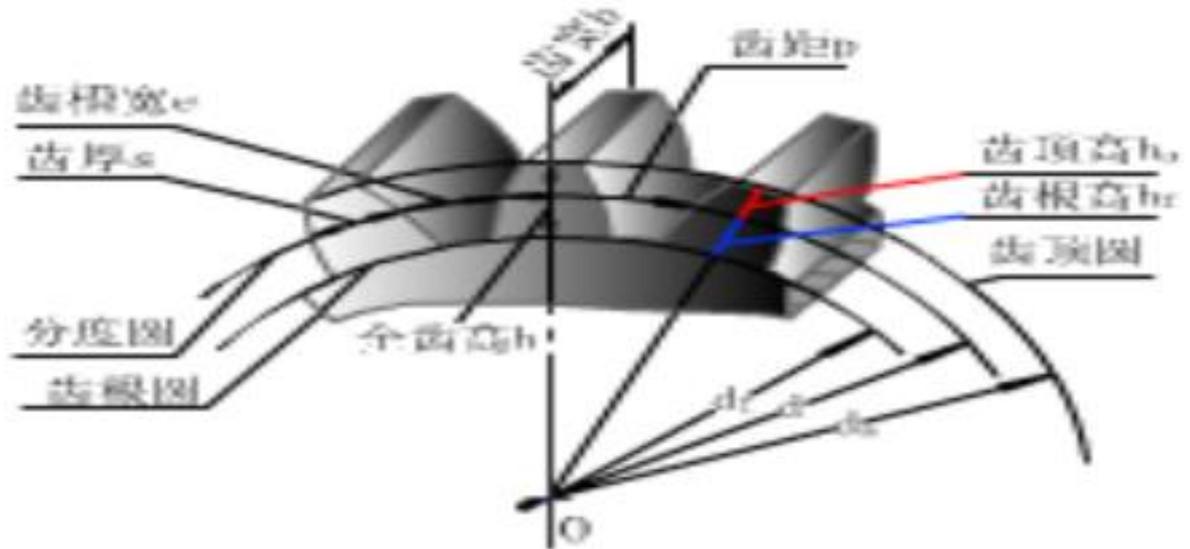
齿顶高 h_a : d 与 d_a 之间

$$h_a = (d_a - d) / 2$$

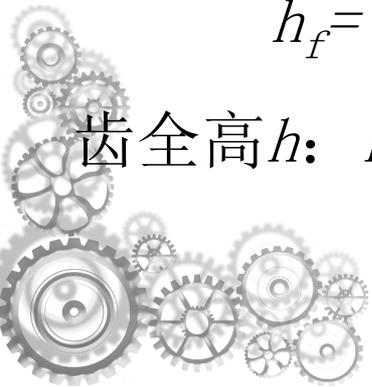
齿根高 h_f : d 与 d_f 之间

$$h_f = (d - d_f) / 2$$

齿全高 h : $h = h_a + h_f$



齿轮各部分名称及符号





标准齿轮的基本参数

(1)、模数m

$$\pi d = zp$$

$$d = \frac{p}{\pi} z \quad \text{定义模数 } m = \frac{p}{\pi}$$

$$\text{或 } p = \pi m$$

$$\therefore d = mz \quad \text{单位: mm ;}$$

径节制:

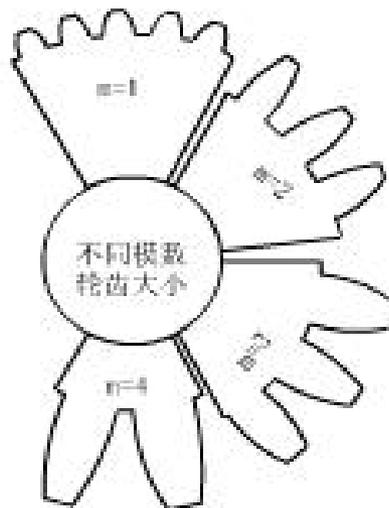
$$\text{径节 (P) : } P = \frac{z}{d} \quad (\text{in}^{-1})$$

$$d = \frac{z}{P} \quad d = mz$$

$$m = \frac{25.4}{P}$$

分度圆就是齿轮上具有标准模数和标准压力角的圆。

m标准化。



不同模数轮齿大小的比较

模数表示轮齿的大小



现代汽车学院 (2)、分度圆压力角 α

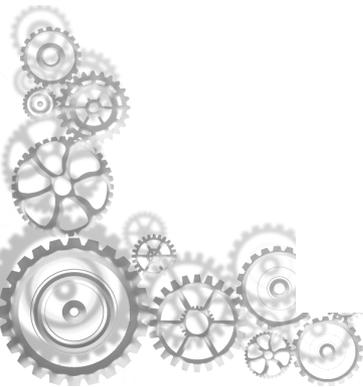
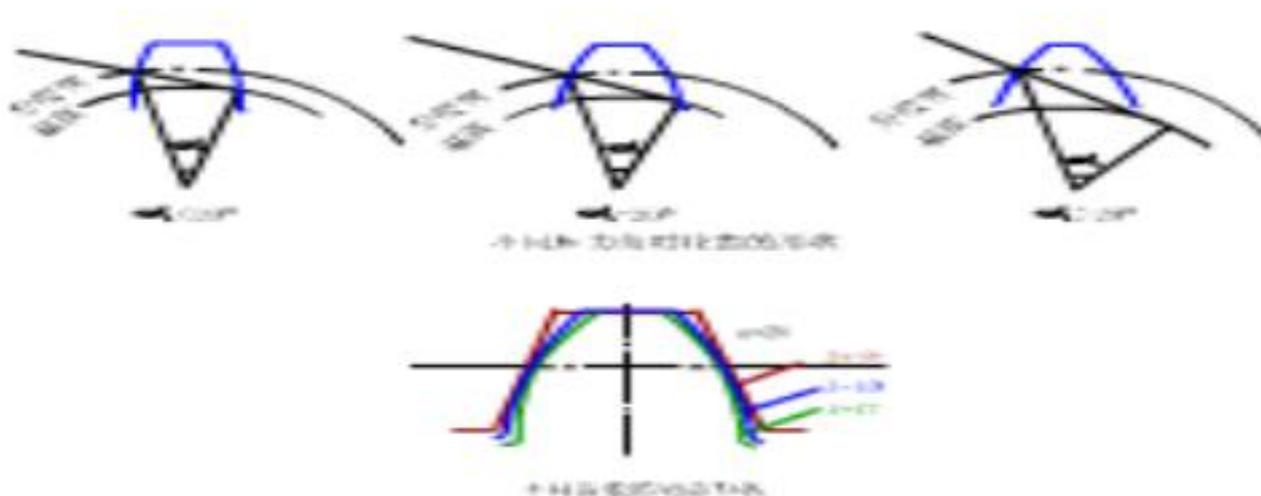


$$r_k = \frac{r_b}{\cos \alpha_k}$$

$r_b = r \cos \alpha = \frac{mz}{2} \cos \alpha$ (α 是决定渐开线齿廓形状的一个基本参数)

国家标准规定齿轮分度圆 $\alpha = 20^\circ$ 为标准值

某些场合： $\alpha = 14.5^\circ$ 、 15° 、 22.5° 、 25° 。





$$\left. \begin{aligned} d &= mz \\ r_b &= \frac{mz}{2} \cos \alpha \end{aligned} \right\}$$

表明：齿轮的大小和渐开线齿轮形状都与齿数有关

(4)、齿顶高系数 h_a^* 和顶隙系数 c^*

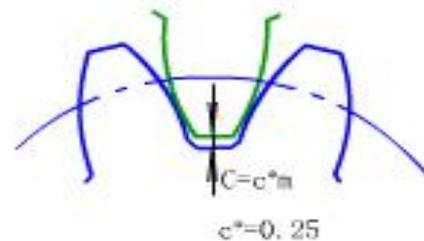
$$h_a = h_a^* m$$

$$h = h_a + h_f = (2h_a^* + c^*) m$$

$$h_f = (h_a^* + c^*) m$$

标准值： $h_a^* = 1, \quad c^* = 0.25$

非标准短齿： $h_a^* = 0.8, \quad c^* = 0.3$





二、标准直齿轮的几何尺寸计算



标准齿轮：标准齿轮是指 m 、 α 、 h_a^* 、 c^* 均取标准值，具有标准的齿顶高和齿根高，且分度圆齿厚等于齿槽宽的齿轮。

一个齿轮：

$$d = mz$$

$$d_a = d + 2h_a = (z + 2h_a^*)m$$

$$d_f = d - 2h_f = (z - 2h_a^* - 2c^*)m$$

$$d_b = d \cos \alpha$$

$$h_a = h_a^* m$$

$$h_f = (h_a^* + c^*) m$$

$$h = h_a + h_f = (2h_a^* + c^*) m$$

$$P = \pi m \quad p_b = \pi m \cos \alpha$$

$$S = e = \frac{1}{2} \pi m$$

一对标准齿轮：

$$a = \frac{1}{2}(d_2 \pm d_1) = \frac{1}{2}m(z_2 \pm z_1)$$

① m 、 z 决定了分度圆的大小，而齿轮的大小主要取决于分度圆，因此 m 、 z 是决定齿轮大小的主要参数

② 轮齿的尺寸与 m 、 h_a^* 、 c^* 有关与 z 无关

③ 至于齿形，与 m 、 z 、 α 有关

m 制齿轮

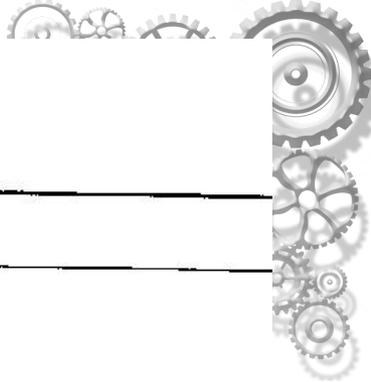


表 6-2 标准直齿圆柱齿轮几何尺寸的计算公式

名 称	符号	公 式
模 数	m	根据齿轮轮齿的强度计算后取标准值确定
压 力 角	α	$\alpha = 20^\circ$
分度圆直径	d	$d_1 = mz_1; d_2 = mz_2$
基圆直径	d_b	$d_{b1} = d_1 \cos \alpha; d_{b2} = d_2 \cos \alpha$
齿 顶 高	h_a	$h_a = h_a^* m$
齿 根 高	h_f	$h_f = (h_a^* + c^*) m$
全 齿 高	h	$h = (2h_a^* + c^*) m$
顶 隙	c	$c = c^* m$
齿顶圆直径	d_a	$d_{a1} = d_1 + 2h_a = m(z_1 + 2h_a^*)$ $d_{a2} = d_2 \pm 2h_a = m(z_2 \pm 2h_a^*)$
齿根圆直径	d_f	$d_{f1} = d_1 - 2h_f = m(z_1 - 2h_a^* - 2c^*)$ $d_{f2} = d_2 \mp 2h_f = m(z_2 \mp 2h_a^* \mp 2c^*)$
齿 距	p	$p = \pi m$
齿 厚	s	$s = \frac{1}{2} \pi m$
齿 槽 宽	e	$e = \frac{1}{2} \pi m$
基圆齿距	p_b	$p_b = \pi m \cos \alpha$
标准中心距	a	$a = \frac{1}{2} (d_1 \pm d_2) = \frac{1}{2} m (z_2 \pm z_1)$



四、斜齿圆柱齿轮传动



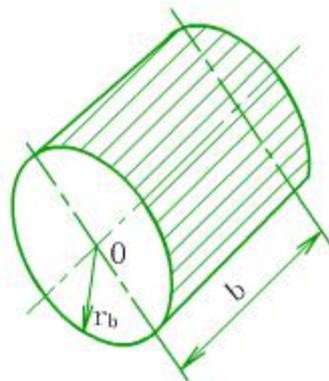
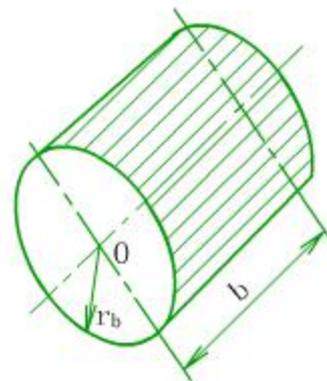
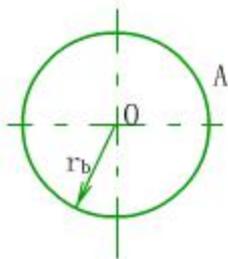
一、斜齿轮齿廓曲面的形成和啮合特点

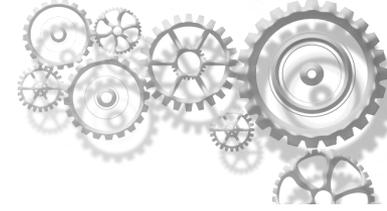
1. 齿廓曲面的形成:

圆柱齿轮是有一定宽度的，因此轮齿的齿廓沿轴线方向形成一曲面。

(1). 直齿轮轮齿渐开线曲面:

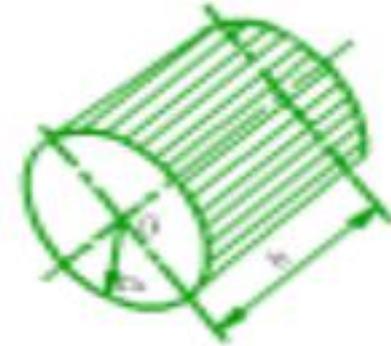
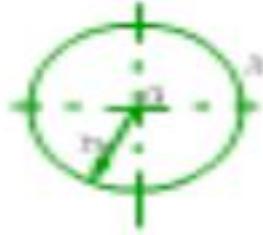
发生面与基圆柱相切于母线，当平面沿基圆柱作纯滚动时，其上与母线平行的直线 KK 在空间所走过的轨迹即为渐开线曲面，

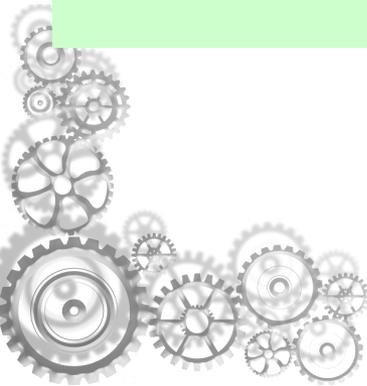
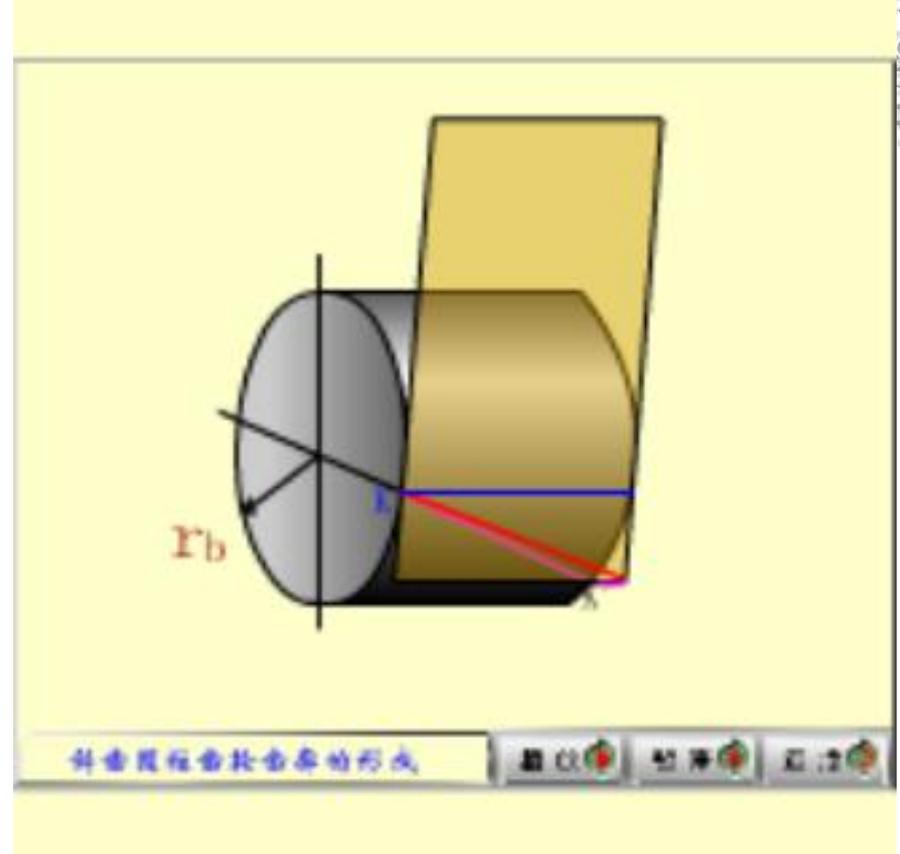
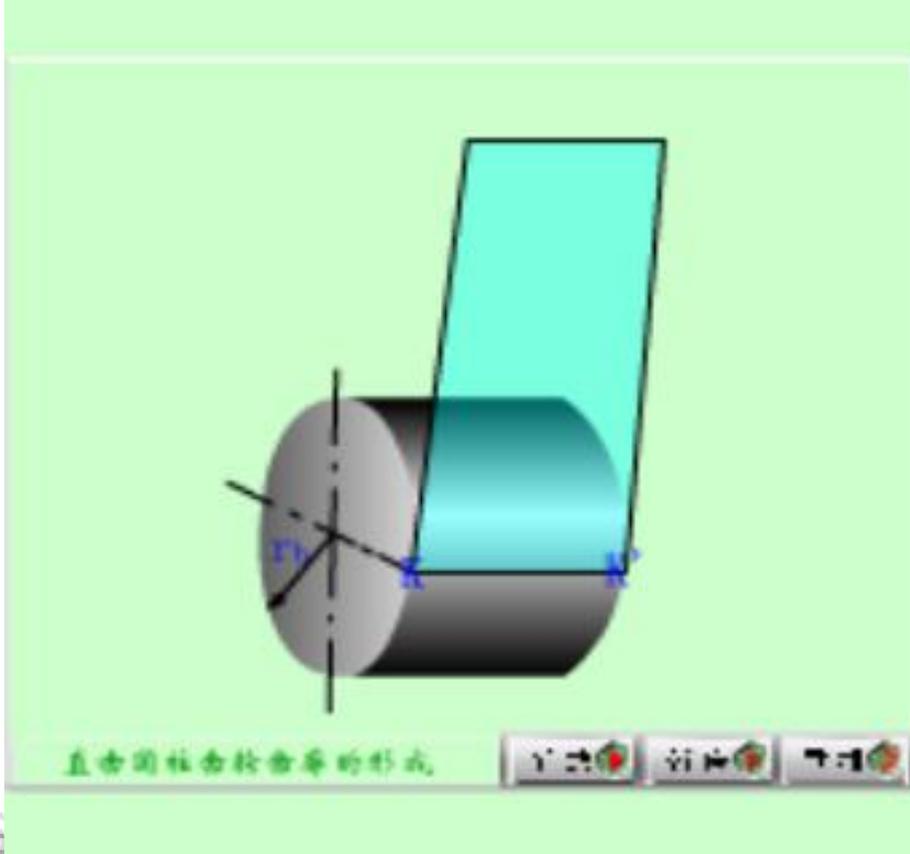
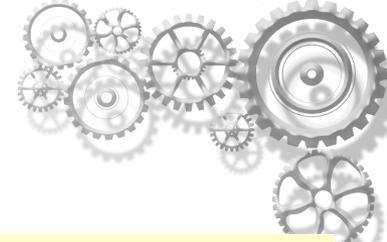




(2).斜齿圆柱齿轮齿廓 曲面:

发生面沿基圆柱作纯滚动时，其上与母线成一倾斜角 β_b 的斜直线KK在空间所走过的轨迹为渐开线螺旋面，该螺旋面即为斜齿圆柱齿轮齿廓曲面。
 β_b 称为基圆柱上的螺旋角。

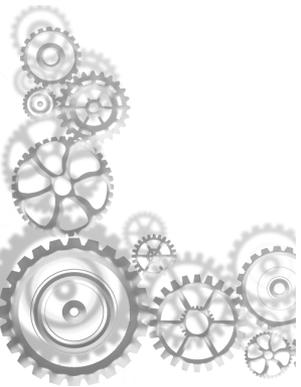


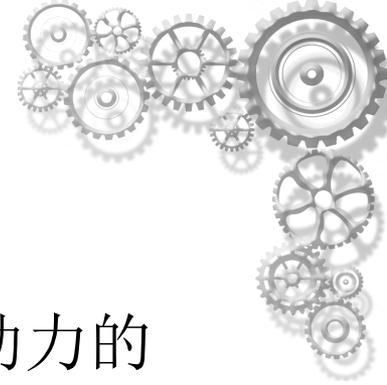




(1).直齿圆柱齿轮啮合时:齿面的接触线均平行于齿轮轴线。因此轮齿是沿整个齿宽同时进入啮合、同时脱离啮合的,载荷沿齿宽突然加上及卸下。因此直齿轮传动的平稳性较差,容易产生冲击和噪声,不适合用于高速和重载的传动中。

(2).斜齿圆柱齿轮啮合时:斜齿轮的齿廓是逐渐进入啮合、逐渐脱离啮合的。如图所示,斜齿轮齿廓接触线的长度由零逐渐增加,又逐渐缩短,直至脱离接触,载荷也不是突然加上或卸下的,因此斜齿轮传动工作较平稳。





五、锥齿轮传动

1. 特点:

圆锥齿轮机构是用来传递空间两相交轴之间运动和动力的一种齿轮机构。

一对圆锥齿轮两轴线间的夹角 Σ 称为轴角。其值可根据传动需要任意选取，在一般机械中，多取 $\Sigma = 90^\circ$ 。

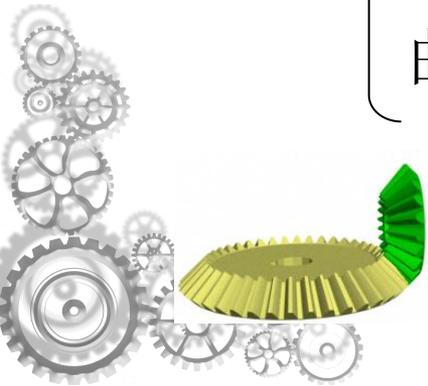
2. 应用

圆锥齿轮

直齿圆锥齿轮：由于设计、制造、安装方便，应用最广

斜齿圆锥齿轮：介于两者之间，传动较平稳，设计较简单

曲齿圆锥齿轮：传动平稳、承载能力强，用于高速，重载传动



直齿圆锥齿轮传动



《汽车机械制图》精品课程资源库
曲齿圆锥齿轮传动



六、齿轮传动的失效形式

一、齿轮的主要失效形式

1. 齿轮传动的失效主要是指轮齿的失效，常见的失效形式有：

轮齿折断 齿面磨损 齿面点蚀 齿面胶合 塑性变形

七、齿轮常用材料

1、对齿轮材料性能的要求

(1) 齿面有足够的硬度，以抵抗齿面磨损、点蚀、胶合以及塑性变形等

(2) 齿心有足够的强度和较好的韧性，以抵抗齿根折断和冲击载荷

(3) 有良好的加工工艺性能和热处理性能，使之便于加工和便于提高其力学性能。



2、常用的齿轮材料

常用的齿轮材料为：优质碳素结构钢、合金结构钢、铸钢、铸铁和非金属材料等，一般多采用锻件或轧制钢材。

当齿轮结构尺寸较大，可采用铸钢；

开式低速传动时，可采用灰铸铁或球墨铸铁；

低速重载的齿轮，易产生塑性变形和折断，选用钢材，

高速齿轮易产生齿面点蚀，宜选用齿面硬度高的材料；

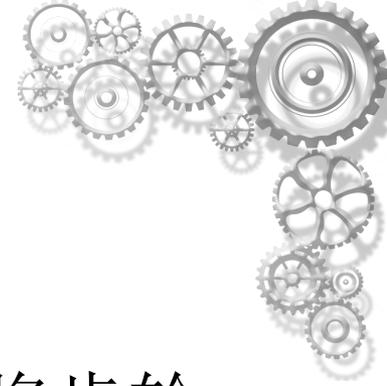
受冲击载荷的齿轮，宜选用韧性好的材料；

对高速、轻载而又要求噪声低的齿轮，宜采用非金属材料





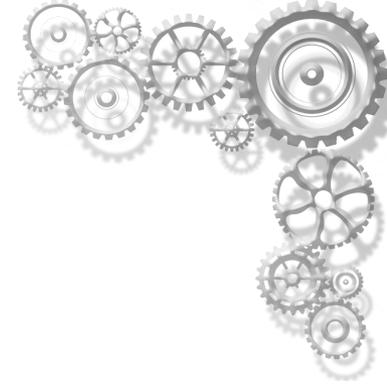
九、齿轮的结构



齿轮一般由轮缘、轮辐和轮毂三部分组成。
常用的结构：

- (1) 当齿轮的齿根圆和轴径相差很小时，可将齿轮和轴制成一体，称为齿轮轴
- (2) 当齿轮的齿顶圆直径小于等于200mm时，可采用实体式结构
- (3) 当齿轮的齿顶圆直径介于200mm~500mm时，腹板式结构
- (4) 当齿轮的齿顶圆直径大于500mm时，可采用轮辐式结构





十、齿轮传动的使用和维护

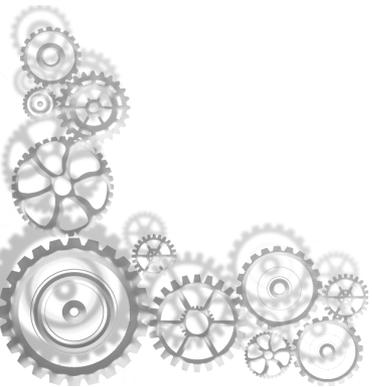
1、齿轮传动的润滑

开式和半开式齿轮传动或速度较低的闭式齿轮传动，通常采用人工周期性加油润滑

闭式齿轮传动：浸油润滑和循环喷油润滑，根据齿轮的圆周速度大小决定

当齿轮圆周速度小于等于 12m/s 时，常采用浸油润滑

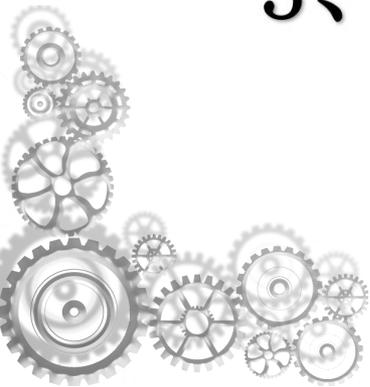
当齿轮圆周速度大于 12m/s 时，常采用循环喷油润滑





总结

- 1、齿轮传动的类型和特点；
- 2、渐开线直齿圆柱齿轮各部分的名称；
- 3、齿轮各部分几何参数及算法。





作业

- 1、齿轮传动的类型有哪些？
- 2、齿轮传动的特点是什么？
- 3、渐开线直齿圆柱齿轮各部分的名称是什么？

