

1 凸轮

基圆半径 (理论廓线最小)

2 齿轮结构, 轮系和齿轮传动

本章节主要考点为齿轮机构的特点和类型, 啮合基本定理, 渐开线轮廓, 部分名称和基本尺寸。渐开线尺寸的啮合和切齿原理, 定轴轮系传动计算和齿轮传动的失效形式, 设计准则。强度?? 圆柱齿轮传动的受力分析和强度计算。

2.1 齿轮机构的特点和类型

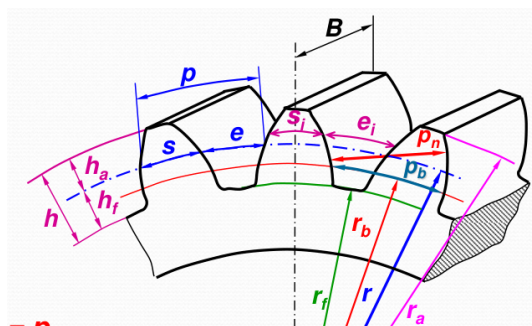
2.2 特点

传动比准确, 传动平稳

效率高 大于 99%

主要是平面齿轮机构 (柱) 和空间齿轮机构 (锥)。

2.3 部分名称和基本尺寸



2.3.1 部分名称

齿顶圆 (above)

$$d_a, r_a, h_a$$

齿根圆 r_f, d_f, h_f

齿厚 e_i

齿槽宽 s_i

齿距 $p_i = e_i + s_i$

分度圆 $e_i = s_i$ 时候的圆, 规定的计算基准圆

齿全高 $h = h_a + h_f$

齿宽 B

重合度 $\varepsilon =$

2.3.2 基本参数

记住以下五个基本参数: 齿数, 模数, 分度圆压力角, 齿顶高系数, 顶隙系数。注意中心距不是基本参数。

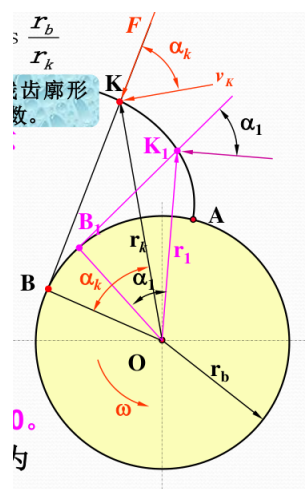
齿数 Z

模数 m (mm)

$$l = \pi d = pz \implies d = \frac{p}{\pi} z \quad (1)$$

$$m = \frac{p}{m} \quad (2)$$

分度圆压力角 α 渐开线某一点的速度方向 (切线) 和其受力 (和原点连线垂线)。



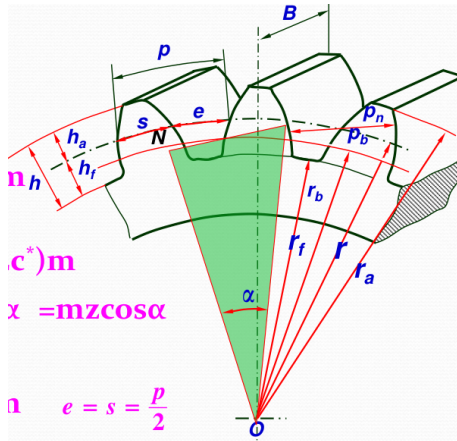
$$\cos \alpha_k = \sin \angle BKO = \frac{BO}{BK} = \frac{r_b}{r_k}$$

不同半径处 α 还不一样。基, 齿顶, 分度圆的 r_k 分别为 r_b, r_a, r

齿顶高系数 h_a^*

顶隙系数 c^*

2.3.3 直齿轮主要计算公式



对于直线：

$$h_a = h_a^* m$$

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

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

$$c = c^* m$$

为什么规定齿根高要比齿顶高大呢？显然我不知道。

并且对于正常齿，1, 0.25。短，0.8, 0.3。这个参数是你应该记住的，题目中有时不会给出。你在算 m 的时候用的是分度圆的，但题目往往不会给出分度圆的。

对于圆：

分度圆直径 $d = mz$

齿顶圆直径 $d_a = d + 2h_a = (z + 2h_a^*) m$

齿根圆直径 $d_f = d - 2h_f = (z - 2h_a^* - 2c^*) m$

基圆半径 $d_b = d \cos \alpha = mz \cos \alpha$

对于弧

分度圆齿距 $m = \frac{p}{\pi}$

法向齿距 $p \cos \alpha$

对于内齿轮的话， $d_a = d - 2h_a, d_f = d + 2h_f$

对于斜齿轮的话

$$m_t = \frac{m_n}{\cos \beta}$$

后面的用 m_t 来算就行

重要概念

- 节圆的大小随中心距变化而变化。分度圆的大小只要齿轮加工好后就确定了
- 分度圆的半径不能大于节圆的半径。
- 分度圆：任一齿轮都有大小确定的分度圆。节圆：一对齿轮啮合时才存在，表明齿轮啮合特性

2.4 渐开线尺寸的啮合和切齿原理

2.4.1 正确啮合条件

$$m_1 = m_2 = m$$

$$\alpha_1 = \alpha_2 = 20$$

正确啮合条件

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha, m_1 = m_2 = m$$

传动比 $n_{12} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{z_2}{z_1}$

标准中心距

分度圆相切时的中心距。当按标准中心距连接时

$$a = r_1 + r_2 = \frac{m(z_1 + z_2)}{2}$$

顶隙 $c = c^* m = h_f - h_a$

连续传动

$$\varepsilon > 1$$

2.5 定轴轮系传动比

2.6 受力和强度计算

下面简要介绍一些概念

开式传动 外露、灰尘、易磨损，适低速。

闭式传动 封闭、润滑、适重用。

硬齿面齿轮

软齿面齿轮

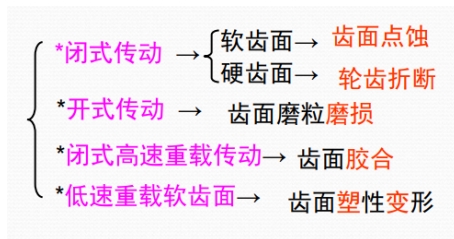
低速轻载

中速中载

高速重载

2.6.1 失效形式

5 种失效形式: 部位、原因、措施。轮齿的主要失效形式有 5 种: 轮齿折断、齿面点蚀、面胶合、面磨损和面塑性变形



轮齿折断 一般发生在齿根部分, 分过载折断和疲劳折断。其常见措施如下:

- 1 可以增大轴和支撑的刚度
- 2 可以采用合适的热处理
- 3 可以采用, 对齿根表面进行强化处理
- 4 增大过度圆角半径, 消除加工刀痕。

齿面点蚀 载荷大, 速度低, 难以形成油膜。主要闭式, 开式不会有。一般出现在齿根表面靠近节线处。

可以提高强度和合理选择润滑油

齿面胶合 高速重载、低速重载 (冷胶合) 闭式传动的主要破坏形式。

对于低速可以增加润滑油粘度, 对于高速可以加抗胶合添加剂。

齿面磨损

- 磨粒磨损是由于灰尘、硬屑粒等进入齿面间而引起的磨粒磨损。(开式传动容易发生)
- 跑合磨损新机器。

可以增加齿面硬度, 减小粗糙度, 改善润滑环境, 清洁环境。

齿面塑性变形

齿面沿摩擦力方向塑性变形

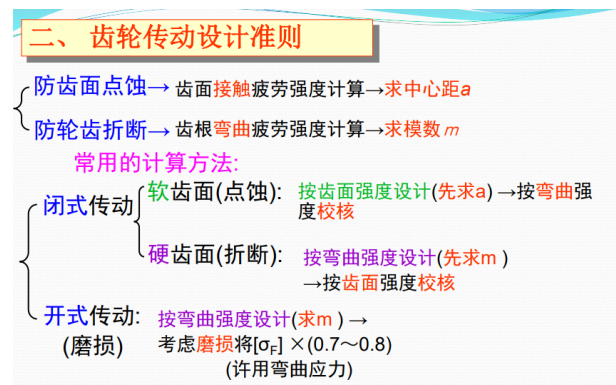
2.7 模锻法切制法

2.7.1 仿形法 (成形)

在普通铣床上利用渐开线齿形的成形铣刀将齿坯齿槽部分的材料铣掉

简单但是精度差, 适用于单件生产。

2.7.2 设计准则



2.7.3 展成法 (范成法或包络法)

利用一对齿轮无侧隙啮合时两轮的齿廓互为包络线原理来加工齿形的一种加工方法。

效率精度高, 但是需要专门机床, 可以批量生产。

2.8 题目

直齿圆柱外齿轮的基圆半径一定小于齿根圆直径。(错)

满足啮合条件的一对齿轮一定连续传动。(错)

一对圆柱齿轮, 在确定大小齿轮的宽度时, 通常把小齿轮的齿宽做得比大齿轮的宽些其目的是: 为便于安装, 保证接触线的长度。(?)

轮系的传动比计算只需要计算传动比的大小即可。(错)

两个齿轮的材料、齿宽、齿数相同, 模数 $m_1=2\text{mm}, m_2=4\text{mm}$, 它们的弯曲强度承载能力, 第二个比第一个大提高齿面硬度可以提高齿轮抗折断能力。(错)

采用合适的热处理方法提高轮芯韧性无法提高齿面抗点蚀的能力聚真轴

轮系传动比计算中的转向关系判定都可以用“+、

闭式齿轮与开式齿轮的常见失效形式分别是什么?

3 一些小题简答题

3.1 常见轴承类型 (367N) 及其受力特点, 滚动轴承寿命计算

- 3 圆锥滚子轴承** 能同时承受较大的径向载荷和轴向载荷
- 6 深沟球轴承** 主要承受径向载荷, 同时也可承受一定量的轴向载荷
- 7 角接触球轴承** 能同时承受径向、轴向联合载荷 (高速支点?)
- N 圆柱滚子轴承** 能承受较大的径向载荷, 不能承受轴向载荷

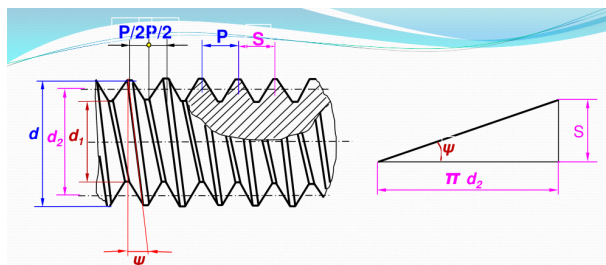
367N, 追狗叫住

4 间歇运动机构

5 连接

5.1 螺纹连接

5.1.1 螺纹的主要参数



螺距 P 相邻两牙在中径线上对应两点间的轴向距离

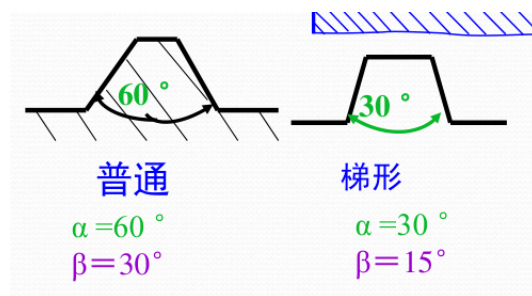
导程 S 同一螺旋线上相邻两牙在中径线上对应两点间的轴向距离

线数 螺纹螺旋线数目, 有

$$S = np$$

螺纹升角 (普通螺纹是单线)

$$\tan \psi = \frac{S}{\pi d_2} = \frac{np}{\pi d_2}$$



牙型角 螺纹轴向平面内螺纹牙型两侧边的夹角

牙侧角 螺纹牙的侧边与螺纹轴线垂直平面的夹角

5.2 螺栓联接的强度计算 (! 必考!)

$$[\sigma] = \frac{\sigma}{S} = \frac{\text{屈服极限}}{\text{安全系数}}$$

5.2.1 松螺栓

$$\sigma = \frac{F_a}{\pi d_1^2 / 4} \leq [\sigma]$$

这种情况只有起重机。

5.2.2 紧螺栓

对于其极限情况, 也叫最大预紧力:

$$\sigma_v = \frac{1.3F_0}{\pi d_1^2 / 4} = \frac{4 \times 1.3F_0}{\pi d_1^2} \leq [\sigma]$$

对于一般

$$F' = \frac{KF_R}{fm}$$

f 被连接件接合面之间的摩擦系数;

- m** 被连接件接合面数目, 图 11-15a 中, $m = 1$, 图 11-15b 中, $m = 2$
- K** 考虑摩擦传力的可靠系数, $K = 1.1 \sim 1.5$ 。

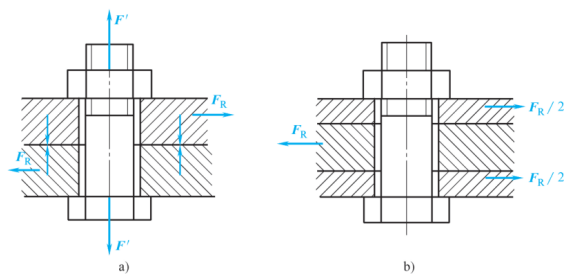


图 11-15 只受预紧力作用的紧螺栓连接

剩余预紧力 (F'' , F_R) 工作载荷 (F , F_E) 对于**最小轴向**, 有预紧力 F_0 (轴向拉力), 总拉力 F_a

$$F_0 = F_R + \frac{k_c}{k_c + k_b} F_E$$

$$F_a = F_0 + \frac{k_b}{k_c + k_b} F_E$$

上下两个一个是连接的相对刚度, 一个是螺栓连接的相对刚度。注意求总的预紧力用的是连接件的也就是 1-螺栓连接的。显然就起来就有

$$F_a = F_R + F_E$$

F_0 是预紧力, 是最小轴向拉力。

0a,cb。注意 1.3!!!!!!

6 带传动