

专业课习题解析课程

第4讲

第八章 齿轮传动

8-1 齿轮机构保证传动比不变的条件是什么？

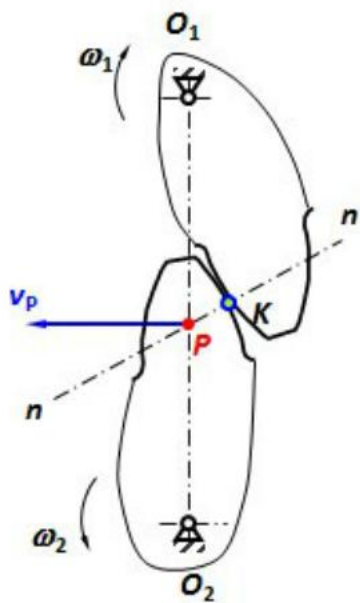
本定律如何用公式表达？

解：1. 定传动比条件

不论两齿廓在何位置接触，过接触点所作的齿廓公法线必须与两齿轮的连心线相交于一固定点P。

2. 齿廓啮合皆不能定律公式表达：

$$\therefore i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{\overline{O_2P}}{\overline{O_1P}}$$



8-2 一对渐开线齿轮啮合时，齿轮的分度圆和节圆是否相同？如测得一齿轮的模数 $m=5\text{mm}$ ，齿数 $z=32$ ，则得该齿轮的节圆直径 $d' = mz = 5 \times 32 = 160\text{mm}$ ，对吗？

解：1. 不一定相同。当非标准安装时，分度圆与节圆不同，只有在标准安装时，才相同。

2. 不对。首先，节圆只有在两齿轮相啮合的时候才存在；其次，非标准安装时分度圆直径不等于节圆直径，不能用分度圆直径计算公式来计算节圆直径。

8-3 一对标准渐开线直齿圆柱齿轮在安装时的标准中心距，此时下列参数中哪些变化？哪些不变化？

- (1) 传动比； (2) 啮合角； (3) 分度圆直径； (4) 基圆直径；
(5) 实际啮合线长度； (6) 齿顶高； (7) 齿顶隙。

解：(1) (3) (4) (6) 不变； (2) (5) (7) 变。

8-4 何谓重合度 ε ，它的物理意义是什么？

- 解：1. 重合度是指实际啮合线长度与基圆齿距的比值。 $\frac{\overline{B_1B_2}}{p_b} = \varepsilon$
2. 物理意义：表示同时参与啮合的轮齿对数的多少。

8-5 渐开线直齿圆柱齿轮的正确啮合条件和连：什么？一对齿轮如果模数 m 和压力角 α 不相等是否就一定不能正确啮合？

解：1. 一对渐开线齿轮的正确啮合条件是——两轮的模数和压力角应分别相等。

为保证齿轮能连续传动，必须使得前一对轮齿尚未脱离啮合时，后一对轮齿进入啮合，即重合度大于等于1。

2. 是。

8-6 一对斜齿轮在啮合传动时，齿廓接触线变化的？

解：齿廓接触线是逐渐增大，知道整个轮齿全部进入啮合，脱离啮合时接触线长度也是逐渐变短的。

8-7 斜齿圆柱齿轮的分度圆直径 d 与标准模数 m_n 、齿轮的齿数 z 有着怎样的关系？ m_n 相等， z 相等的两个斜齿轮的 d 是否相等？ d_a 、 d_f 、 d_b 又是否相等？

解： $d = zm_t = zm_n / \cos \beta$ 法面模数和齿数相等的两个斜齿轮由于螺旋角的不同，其分度圆直径也不同。

都不相等，因为 $d_b = d \cos \alpha_t$ ； $d_a = d + 2h_a$ ； $d_f = d - 2h_f$

8-8 在斜齿轮中为什么要引入法向参数？为什么法向参数为标准值？

解：因为斜齿轮在端面和法面内的齿形不同，因此引入法向参数。又由于加工斜齿轮时，刀具的进刀方向垂直于法面，即沿螺旋齿槽方向进行切削，因而规定斜齿轮的法向参数为标准值。

8-9在斜齿轮和锥齿轮中引入当量齿轮的目的是

解：1. 斜齿轮的当量齿轮：斜齿轮啮合传动过程中，齿面间的力作用在法面内，为了便于计算斜齿轮轮齿的强度，同时也为了便于用仿形法切制斜齿轮时选择刀具，就引入了当量齿轮。

2. 锥齿轮当量齿轮：利用当量齿轮可把有关圆柱齿轮传动的一些结论直接应用于锥齿轮传动。此外，锥齿轮传动的重合度、锥齿轮不发生根切的最小齿数都可按当量齿轮计算。

8-10 锥齿轮为何以大端的参数为标准值？其正确啮合条件是什么？

解：为了减小计算和测量的相对误差，以及便于确定机构的最大尺寸，通常取锥齿轮大端的参数为标准值。

8-11 设计齿轮传动时为何引入载荷系数K？它由

解：为了使齿轮的承载能力计算尽量接近实际情况，引入了载荷系数K。

它由使用系数 K_A ，动载系数 K_V ，齿向载荷分布系数 K_β ，齿间载荷分配系数 K_α 。

8-12 齿面点蚀为何都发生在齿根表面靠近节线处？

解：在两齿轮作啮合传动时，齿面间的接触应力是按脉动循环变化的，在节线附近靠近齿根的部位是接触应力变化最频繁的，如果齿面硬度不够时，就会在这一区间发生疲劳点蚀。

8-13 应该如何改善载荷沿齿向分布不均匀及动

解：提高齿轮传动的加工、安装精度；适当增大轴和轴承的刚度；采取在良好润滑条件下啮合；合理配置支承，增大轴、轴承和支座的刚度；避免齿轮悬臂布置；适当限制齿轮宽度；将轮齿沿齿向制成腰鼓形。

8-14 有一对齿轮传动， $m=6\text{ mm}$ ， $z_1=20$ ， $z_2=80$ ， $b=40\text{ mm}$ 。

为了缩小中心距，要改用 $m=4\text{ mm}$ 的一对齿轮来代替它。设载荷系数 K 、齿数 z_1 、 z_2 及材料均不变。试问为了保持原有接触疲劳强度，应取多大的齿宽 b ？

解 由接触疲劳强度:

$$\sigma_H = \frac{Z_E Z_H Z_\varepsilon}{a} \sqrt{\frac{500KT_1(u+1)^3}{bu}} \leq [\sigma_H]$$

\therefore 载荷系数K、齿数 z_1 、 z_2 及材料均不变

$$\therefore a\sqrt{b} = a'\sqrt{b'}$$

$$\text{即 } b' = \frac{bm^2}{m'^2} = \frac{40 \times 6^2}{4^2} = 90\text{mm}$$

8-15 一标准渐开线直齿圆柱齿轮，测得齿轮顶圆直径 $d_a=208$ mm，齿根圆直径 $d_f=172$ mm，齿数 $z=24$ ，试求该齿轮的模数 m 和齿顶高系数 h_a^* 。

解 $\because d_a = (z + 2h_a^*)m$

$$\therefore m = \frac{d_a}{z + 2h_a^*}$$

若取 $h_a^* = 1.0$ 则 $m = \frac{d_a}{z + 2h_a^*} = \frac{208}{24 + 2 \times 1} = 8 \text{ mm}$

若取 $h_a^* = 0.8$ 则 $m = \frac{d_a}{z + 2h_a^*} = \frac{208}{24 + 2 \times 0.8} = 8.125 \text{ mm}$

(非标, 舍)

答: 该齿轮的模数 $m = 8 \text{ mm}$, 齿顶高系数 $h_a^* = 1.0$

8-16 一对正确安装的渐开线标准直齿圆柱齿轮 (正常齿制)。

已知模数 $m = 4 \text{ mm}$, 齿数 $z_1 = 25$, $z_2 = 125$ 。求传动比 i , 中心距 a 。

并用作图法求实际啮合线长和重合度 ε 。

解: $i = z_2 / z_1 = 125 / 25 = 5$

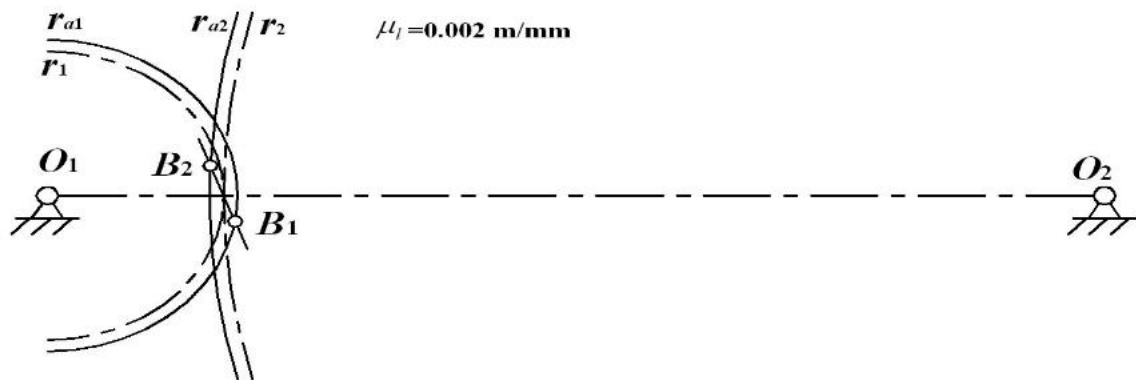
$$a = \frac{m}{2} (z_1 + z_2) = \frac{4}{2} (25 + 125) = 300 \text{ mm}$$

$$d_1 = mz_1 = 4 \times 25 = 100 \text{ mm}$$

$$d_2 = mz_2 = 4 \times 125 = 500 \text{ mm}$$

$$d_{a1} = (z_1 + 2h_a^*)m = (25 + 2 \times 1.0) \times 4 = 108 \text{ mm}$$

$$d_{a2} = (z_2 + 2h_a^*)m = (125 + 2 \times 1.0) \times 4 = 508 \text{ mm}$$

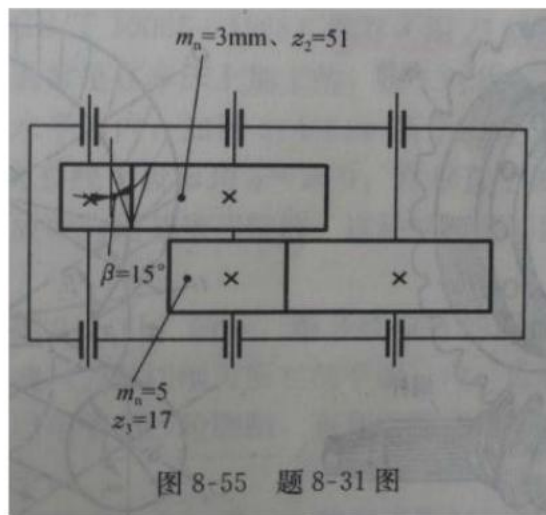


$$\overline{B_1 B_2} = 0.002 \times 10.3 = 0.0206 \text{m} = 20.6 \text{mm}$$

$$\varepsilon = \frac{\overline{B_1 B_2}}{p_b} = \frac{\overline{B_1 B_2}}{\pi m \cos \alpha} = \frac{20.6}{3.14 \times 4 \cos 20^\circ} = 1.745$$

8-17 双级斜齿圆柱齿轮减速器如图8-55所示。求：（1）低速级斜齿轮的螺旋线方向应如何选择才能使中间轴上两齿轮的轴向力方向相反？

（2）低速级斜齿轮的螺旋角 β 应取多大值才能使中间轴上的轴向力相互抵消？



本科试题中的考查：

1.某机加工车间只能加工 $m=3$ 、 4 、 5mm 三种模数的齿轮。现打算在齿轮机构中心距为 180mm 不变的条件下，选配一对 $i=3$ 的标准直齿圆柱齿轮机构。试确定在此车间能加工的齿轮模数和齿数。（14分）

解：（1）由中心距 $a = m(Z_1 + Z_2)/2$

得 $Z_1 + Z_2 = 2a/m$

当 $m = 3$ 时 $Z_1 + Z_2 = 120$

$m = 4$ 时 $Z_1 + Z_2 = 90$

$m = 5$ 时 $Z_1 + Z_2 = 72$

（2）题意需满足 $i = 3$ 即 $Z_2 = 3 Z_1$

当 $m = 3$ 取 $Z_1 = 30$ $Z_2 = 90$ 能满足，

$m = 5$ 取 $Z_1 = 18$ $Z_2 = 54$ 能满足。

∴加工的齿轮模数为3，齿数为30、90和模数为3，齿数为18、54。

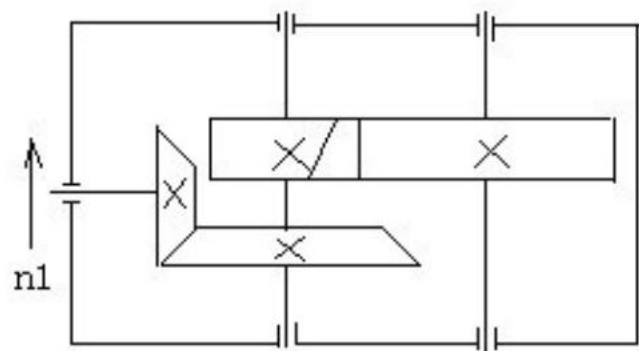
2. 图(a)所示为直齿圆锥—斜齿圆柱齿轮两级减速

在图 (b) 中 (1) 分别标出这三个齿轮受力的

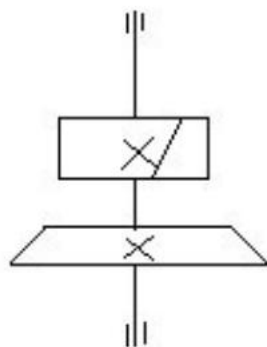
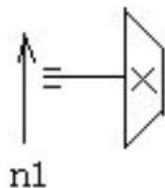
个分力 (圆周力 F_t 、径向力 F_r 、轴向力 F_a) 的方向。

(若某力作用线垂直纸面, 则说明垂直纸面箭头朝里或朝外)。

(2) 用文字说明斜齿圆柱齿轮是左旋齿轮还是右旋齿轮。



(a)



(b)