

### 任务三 渐开线标准直齿圆柱齿轮的基本参数及几何尺寸

#### 想一想：

阅读如下“基础知识”，想一想直齿圆柱齿轮的基本参数有哪些？这些参数对齿轮传动的设计有什么作用？在齿轮传动设计中，涉及的几何尺寸有哪些？



#### 基础知识

##### 一、直齿圆柱齿轮各部分的名称

图 6-12 所示为直齿圆柱齿轮的一部分。其中，图 6-12(a)所示为外齿轮；图 6-12(b)所示为内齿轮；图 6-12(c)所示为齿条。齿轮各部分的名称和符号如下：

(1) 齿顶圆。齿顶所确定的圆称为齿顶圆，其直径用  $d_a$  表示，半径用  $r_a$  表示。

(2) 齿根圆。过齿槽底部所确定的圆称为齿根圆，其直径用  $d_f$  表示，半径用  $r_f$  表示。

(3) 齿槽宽。相邻两齿之间的空间称为齿槽，齿槽两侧齿廓之间的弧线长称为该圆上的齿槽宽，用  $e$  表示。

(4) 齿厚。在圆柱齿轮的端面上，轮齿两侧齿廓之间的弧长称为该圆的齿厚，用  $s$  表示。

(5) 齿距。在圆柱齿轮的端面上，相邻的两齿同侧齿廓之间的弧长称为该圆的齿距，用  $p$  表示。

(6) 齿顶高。在齿轮上，介于齿顶圆和分度圆之间的部分称为齿顶高，其径向高度

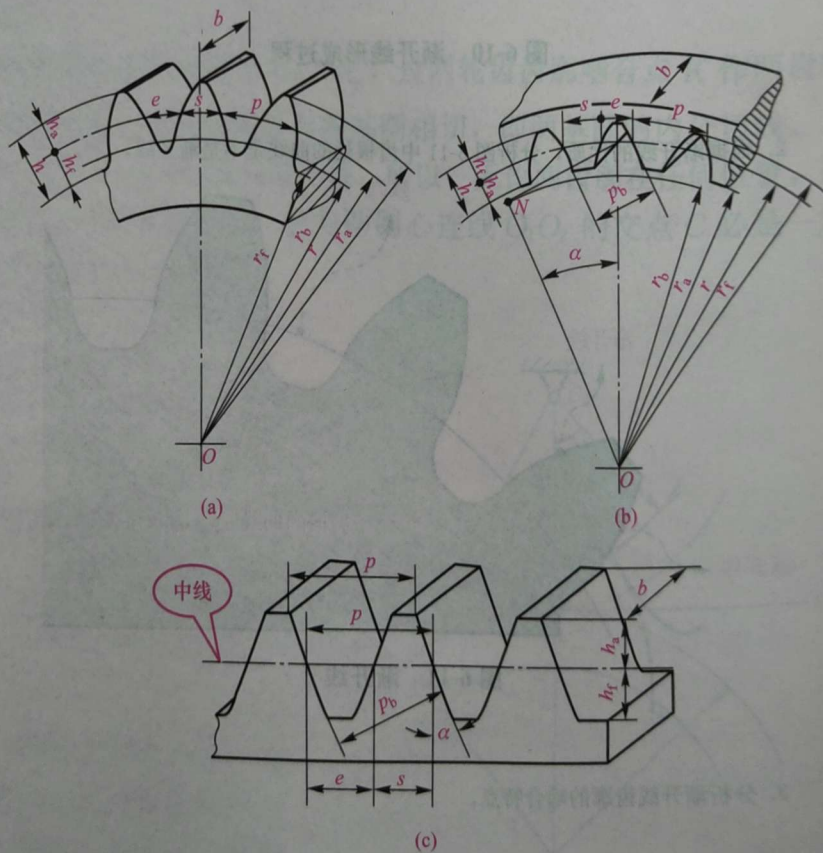


图 6-12 齿轮各部分的名称

(a) 外齿轮；(b) 内齿轮；(c) 齿条





称为齿顶高, 用  $h_a$  表示。

(7) 齿根高。介于齿根圆和分度圆之间的部分称为齿根, 其径向高度称为齿根高, 用  $h_f$  表示。

(8) 全齿高。齿顶圆与齿根圆之间轮齿的径向高度称为全齿高, 用  $h$  表示。

(9) 分度圆。标准齿轮上齿厚和齿槽宽相等的圆称为分度圆, 用直径  $d$  表示。

(10) 齿宽。齿轮的轴向宽度, 用  $b$  表示。

## 二、直齿圆柱齿轮的主要参数

### 1. 齿数

在齿轮圆周上轮齿的数目称为齿数, 用  $z$  表示。

### 2. 模数

分度圆直径  $d$  与齿距  $p$ 、齿数  $z$  有如下关系:

$$\pi d = pz \quad (6-2)$$

$$d = \frac{p}{\pi} z \quad (6-3)$$

在式(6-3)中,  $\pi$  是一个无理数, 这对齿轮的设计计算和测量都不方便, 因此, 工程上将齿距  $p$  与  $\pi$  的比值取成有理数, 并作为齿轮几何尺寸计算的一个基本参数, 这个比值称为模数, 用字母  $m$  表示, 单位为 mm, 即

$$m = \frac{p}{\pi} \quad (6-4)$$

模数直接影响齿轮的大小、齿形和承载能力。对于相同齿数的齿轮, 模数越大, 齿轮的几何尺寸越大, 轮齿越大, 其承载能力也越大, 如图 6-13 所示。齿轮的模数已经标准化, 国家标准规定的模数系列见表 6-2。

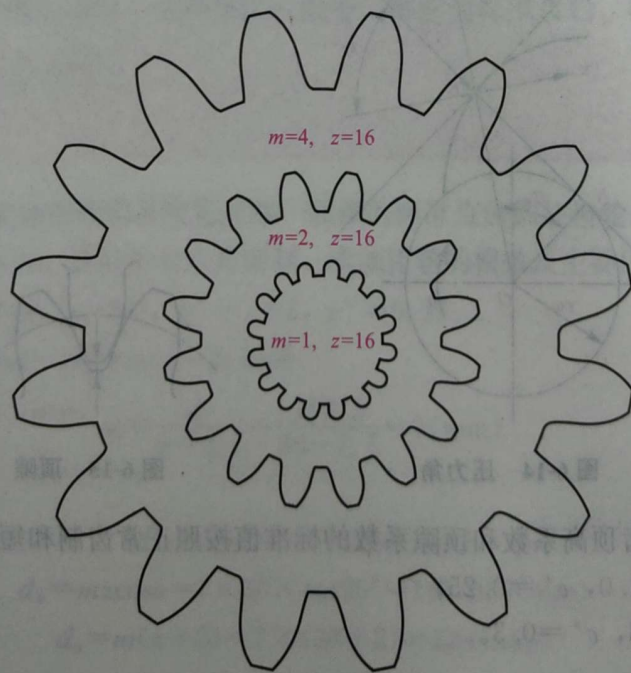


图 6-13 齿数相同, 不同模数齿轮大小的比较



表 6-2 标准模数系列

mm

第 I 系列	1, 1.25, 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50
第 II 系列	1.75, 2.25, 2.75, (3.25), 3.5, (3.75), 4.5, 5.5, (6.5), 7, 9, (11), 14, 18, 22, 28, 36, 45
注: 1. 本表适用于渐开线齿轮, 对于斜齿圆柱齿轮是指法向模数, 对于直齿圆锥齿轮是指大端模数; 2. 优先采用第 I 系列, 括号内的模数尽量不采用。	

### 3. 压力角 $\alpha$

如图 6-14 所示, 过齿轮端面齿廓上任意点  $K$  处的径向直线与齿廓在该点处的切线所夹的锐角, 称为该点  $K$  的压力角。渐开线上各点的压力角是不同的, 通常所说的压力角是指分度圆上的压力角, 用  $\alpha$  表示。齿轮分度圆上的压力角为标准值  $\alpha=20^\circ$ 。压力角与分度圆半径及基圆半径的关系如下:

$$\alpha = \arccos \frac{r_b}{r} \quad (6-5)$$

式中  $r$ ——分度圆半径;

$r_b$ ——基圆半径。

### 4. 齿顶高系数和顶隙系数

为了用模数的倍数来表示齿顶高的大小, 引入齿顶高系数  $h_a^*$ , 则齿顶高  $h_a = h_a^* m$ 。

一对齿轮互相啮合时, 一个齿轮的齿顶与另一个齿轮的齿槽底部之间必须留有间隙, 以保证传动过程中不发生干涉, 同时, 也为储存润滑油润滑工作齿面。一个齿轮的齿根圆柱面与配对齿轮的齿顶圆柱面之间在连心线上度量的距离, 称为顶隙, 如图 6-15 所示, 用  $c$  表示,  $c = c^* m$ , 其中  $c^*$  为顶隙系数。

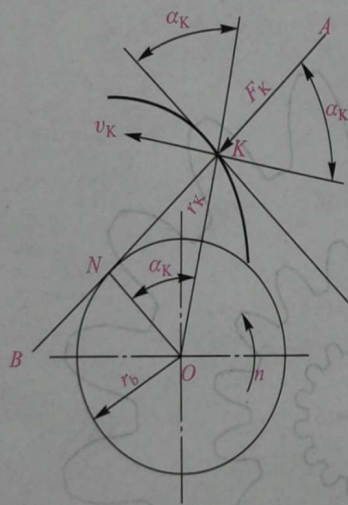


图 6-14 压力角

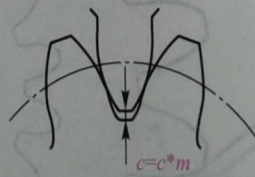


图 6-15 顶隙

对于圆柱齿轮, 齿顶高系数和顶隙系数的标准值按照正常齿制和短齿制规定如下:

正常齿制:  $h_a^* = 1.0$ ,  $c^* = 0.25$ ;

短齿制:  $h_a^* = 0.8$ ,  $c^* = 0.3$ 。

## 三、标准直齿圆柱齿轮的基本几何尺寸

标准直齿圆柱齿轮的几何尺寸计算公式见表 6-3。





表 6-3 标准直齿圆柱齿轮的几何尺寸计算公式

名称	代号	计算公式
齿形角	$\alpha$	标准齿轮为 $20^\circ$
齿数	$z$	根据工作要求确定
模数	$m$	由齿轮的承载能力, 按表 6-2 取标准值
齿厚	$s$	$s = p/2 = \pi m/2$
齿槽宽	$e$	$e = p/2 = \pi m/2$
齿距	$p$	$p = \pi m$
基圆齿距	$p_b$	$p_b = p \cos \alpha = \pi m \cos \alpha$
齿顶高	$h_a$	$h_a = h_a^* m = m$
齿根高	$h_f$	$h_f = (h_a^* + c^*) m = 1.25m$
齿高	$h$	$h = h_a + h_f = (2h_a^* + c^*) m = 2.25m$
分度圆直径	$d$	$d = mz$
齿顶圆直径	$d_a$	$d_a = d + 2h_a = m(z + 2)$
齿根圆直径	$d_f$	$d_f = d - 2h_f = m(z - 2.5)$
基圆直径	$d_b$	$d_b = d \cos \alpha = mz \cos \alpha$
标准中心距	$a$	$a = (d_1 + d_2)/2 = m(z_1 + z_2)/2$

## 小提示

若一齿轮的模数  $m$ 、分度圆压力角  $\alpha$ 、齿顶高系数  $h_a^*$ 、顶隙系数  $c^*$  均为标准值, 且分度圆上齿厚  $s$  与齿槽宽  $e$  相等, 则称为标准齿轮。因此, 对于标准齿轮有  $s = e = \frac{p}{2} = \frac{\pi m}{2}$ 。

**【例 6-1】** 已知某机床的传动系统需更换一残损的标准直齿圆柱齿轮, 实测其齿数  $z=30$ , 齿根圆直径  $d_f=192.5 \text{ mm}$ , 该齿轮为正常齿制, 求该齿轮的模数及主要尺寸。

**解:** 由已知条件可知,  $\alpha=20^\circ$ ,  $h_a^*=1$ ,  $c^*=0.25$ 。

齿轮的模数由  $d_f = d - 2h_f = m(z - 2.5)$  得

$$m = \frac{d_f}{z - 2.5} = \frac{192.5}{30 - 2.5} = 7(\text{mm})$$

齿轮的主要尺寸:

$$d = mz = 7 \times 30 = 210(\text{mm})$$

$$d_b = mz \cos \alpha = 7 \times 30 \times \cos 20^\circ = 197.335(\text{mm})$$

$$d_a = m(z + 2) = 7 \times (30 + 2) = 224(\text{mm})$$

$$p = \pi m = 3.14 \times 7 = 21.98(\text{mm})$$

$$s = e = \frac{\pi m}{2} = \frac{3.14 \times 7}{2} = 10.99(\text{mm})$$

