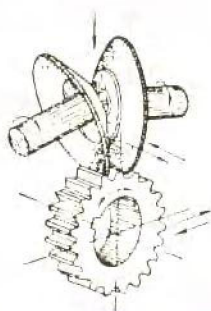


机械工人学习材料

JIXIE GONGREN XUEXI CAILIAO

怎样铣直齿圆柱齿轮

曾振洲 编著



轮工

610.6

机械工业出版社

目 次

一	直齿圆柱齿轮的基本知识	1
	1 直齿圆柱齿轮各部分的名称、代号和意义(1)—— 2 谈谈变 位齿轮(5)—— 3 直齿圆柱齿轮的工作图(8)	
二	铣齿的原理和方法	9
	1 型铣法(9)—— 2 展成法(10)	
三	标准直齿圆柱齿轮的铣切方法	12
	1 概述(12)—— 2 铣刀的选择(12)—— 3 铣床的调整和操作 程序(15)—— 4 实例(25)	
四	变位齿轮的铣切方法	27
	1 用标准圆片形铣刀和标准指形铣刀不能铣变位齿轮(27)—— 2 用样板刀铣切变位齿轮(28)	
五	直齿圆柱齿轮的检查	36
	1 概述(36)—— 2 轮齿尺寸的单项测量(37)—— 3 齿轮精度 等级的组合检验(51)	
六	铣齿时产生废品的原因和防止方法	55
	1 看图方面的问题(55)—— 2 选择铣刀方面的问题(56)—— 3 分度方面的问题(56)—— 4 升起工作台时产生的问题(58) —— 5 齿面光洁度问题(58)	
附 表		59
表 1	齿轮的运动精度规范	59
表 2	齿轮的工作平稳性规范	60
表 3	传动中齿的接触精度规范	61
表 4	公法线平均长度的偏差与公差	61
表 5	固定弦的齿厚偏差与公差	62

一 直齿圆柱齿轮的基本知识

1 直齿圆柱齿轮各部分的名称、代号和意义 齿轮是应用最广的一种机械零件。齿轮的种类很多，平常碰到最多的也最普通的一种齿轮，就是具有直线轮齿的圆柱形齿轮，即直齿圆柱齿轮（俗称正齿轮），见图 1。

直齿圆柱齿轮各部分的名称和代号，如图 2 所示。直径为 d_o 的圆周上均匀分布着 Z 个齿。相邻两齿齿廓相应点之间的弧长，叫做周节（节距） t 。于是：

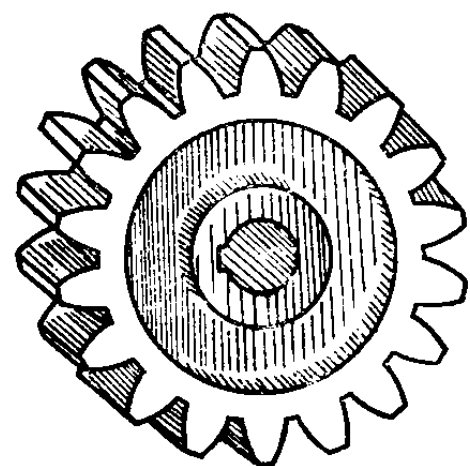


图 1 直齿圆柱齿轮

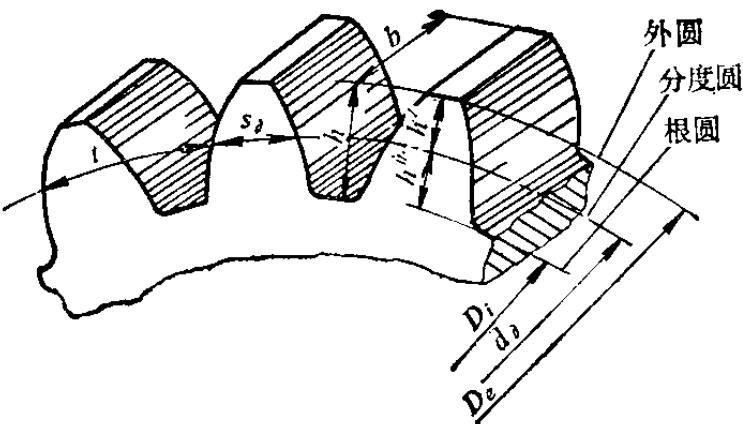


图 2 直齿圆柱齿轮各部分名称和代号

$$\pi d_o = Z \times t \tag{1}$$

或
$$d_o = Z \times \frac{t}{\pi} \tag{1a}$$

直径为 d_o 的这个圆，就叫做齿轮的分度圆。它是想像出来作为齿轮尺寸的计算和度量的基准。在齿轮工作图上，也要把 d_o 的尺寸标注出来。

周节 t 与 π 的比值，叫做模数，用符号 m 表示。即：

$$m = \frac{t}{\pi} \quad (2)$$

或
$$t = \pi m \quad (2a)$$

由于 π 是个无理数，用公式 (1a) 来计算分度圆直径 d_o 很不方便。通常用模数来计算：即：

$$d_o = Z \times m \quad (3)$$

或
$$m = \frac{d_o}{Z} \quad (3a)$$

从上式也可以得出这样的定义：模数是一个齿在分度圆直径上所占的长度（单位为毫米）。模数大时，齿也愈大；模数小时，齿也就小。标准（JB111-60）中对模数 m 的系列作了规定。

除了用模数表示轮齿的大小外，我国过去还采用英制齿轮。在英制齿轮中，齿的大小以径节表示，代号为 $D. P.$ 。径节的定义是分度圆直径每英寸长度上所对应的齿数。即：

$$D. P. = \frac{Z}{d_o} \quad (4)$$

径节与模数的关系，可用下式换算：

$$D. P. = \frac{25.4}{m} \quad (5)$$

或
$$m = \frac{25.4}{D. P.} \quad (5a)$$

一个标准的直齿圆柱齿轮，只要知道模数 m 和齿数 Z 这两个基本参数，就可以计算出齿轮的外径 D_e 、根径 D_i 、全齿高（理论齿高） h 、齿顶高 h' 和齿根高 h'' 。即：

$$D_e = m (Z + 2) \quad (6)$$

$$D_i = m (Z - 2.5) \quad (7)$$

$$h = 2.25 m \quad (8)$$

$$h' = m \quad (9)$$

$$h'' = 1.25 m \quad (10)$$

一个齿的两相对齿廓面沿分度圆周的弧长，叫做分度圆弧齿厚，以 S_o 表示。在标准直齿圆柱齿轮中，分度圆弧齿厚理论上正好和齿槽相等，即等于周节 t 的一半。

$$S_o = \frac{t}{2} = 1.5708 m \quad (11)$$

上面介绍了一个齿轮的主要部分的名称和计算公式。当一对直齿圆柱齿轮互相啮合时（图 3），我们如果把它们想像成一对没有齿的摩擦圆盘，互相接触滚动而无滑动。那末，这两个圆就是两个齿轮的节圆，直径以 d 表示。

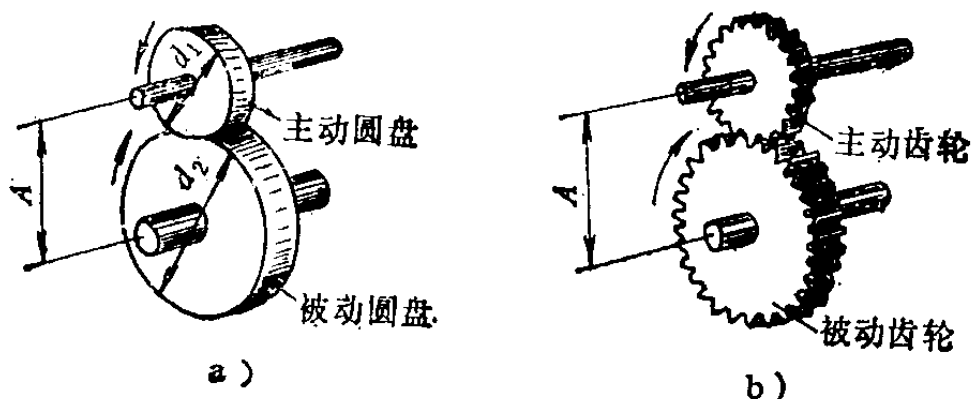


图 3 一对直齿圆柱齿轮啮合

两齿轮轴线之间的距离，叫做中心距，以 A_o 表示。在标准直齿圆柱齿轮中：

$$A_o = \frac{d_{o1} + d_{o2} \ominus}{2} = \frac{m}{2} (Z_1 + Z_2) \quad (12)$$

这个中心距就叫做标准中心距。这时两个齿轮的分度圆正好

⊖ 代号的脚码 1、2 分别表示小齿轮 1 和大齿轮 2 的尺寸。

相切，也就是在标准圆柱齿轮啮合时，分度圆与节圆重合。换句话说：标准圆柱齿轮的分度圆也就是啮合时的节圆。

把一根轴上的转动，传到另一根平行的轴上，并且使它们的转速保持准确的比例关系（速比），这就是直齿圆柱齿轮的主要功用。为了使齿轮传动平稳、速比准确恒定，就必须采用合适的齿形曲线。一般合乎齿形要求的曲线有两种[⊖]：即渐开线和摆线。但现在摆线齿形应用较少，最常用的还是渐开线齿形。渐开线齿形是怎样形成的呢？我们可以用一个圆柱形的物体，在它的边缘绕一根线，线的一端压在圆柱体的下面，使它不能松动，另一端系一枝铅笔。首先把铅笔靠拢圆柱体，并把线拉紧，然后再牵动着铅笔和线渐渐伸开，则铅笔所绘出的曲线，就是渐开线。圆柱体的外圆就叫做渐开线的基圆（图4）。

从上面所说的渐开线的形成过程中，可以看出：渐开线上每一点的半径都是变化的，在基圆上的渐开线起点(图5中的a点)半径为零，以后半径逐渐增大，离基圆越远的点,半径也就越大；渐开线的形状完全取决于基圆的大小；基圆以内没有渐开线。这些就是渐开线的主要性质。

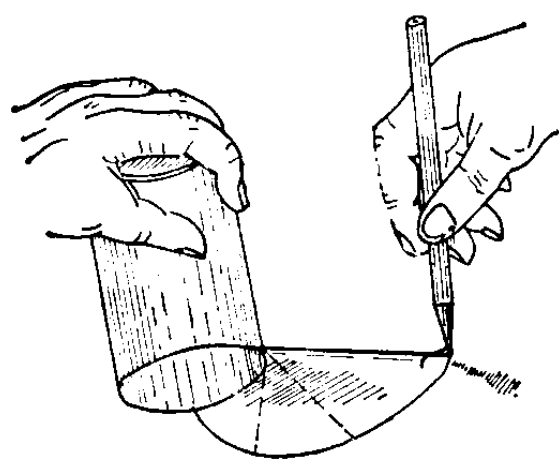


图4 渐开线的形成

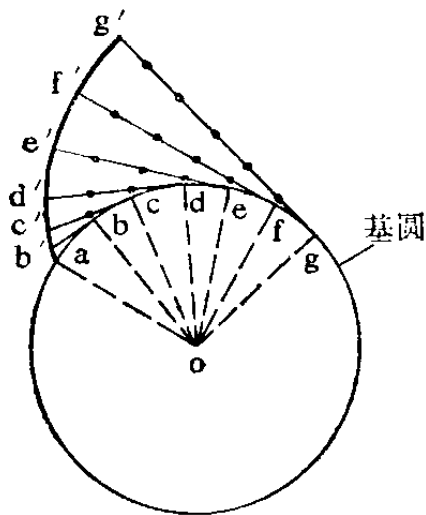


图5 渐开线

[⊖] 近年来又采用一种新型齿轮-圆弧点啮合齿轮，它的齿形曲线是圆弧。

2 谈谈变位齿轮 前面介绍了标准直齿圆柱齿轮的一些基本知识。总起来说，标准圆柱齿轮各部的尺寸都是符合标准规定的，所以计算比较简单，而且互换性也好。但是，标准直齿圆柱齿轮本身有缺陷，如刀具角 $\ominus \alpha_0$ 为 20° 的标准齿轮，它的最少齿数是 17 个齿。如果齿轮的齿数再少，用滚刀铣齿时，滚刀的顶尖就会切入齿根的渐开线部分，产生轮齿根切现象。像图 6 所示的情形：这时齿根被铣瘦了，渐开线齿形也被切去了一部分，不但降低了轮齿的强度，同时也使齿轮的正常啮合传动受到影响。

为了制造齿数甚少的齿轮，而又要避免轮齿根切，就必须设法在切齿时把刀具和齿轮坯的相对位置作适当的变更，使刀尖不再切到齿根里面去。这种在切齿时经过适当变更相对位置的齿轮，就叫做变位齿轮。有的书上也叫做修正齿轮。

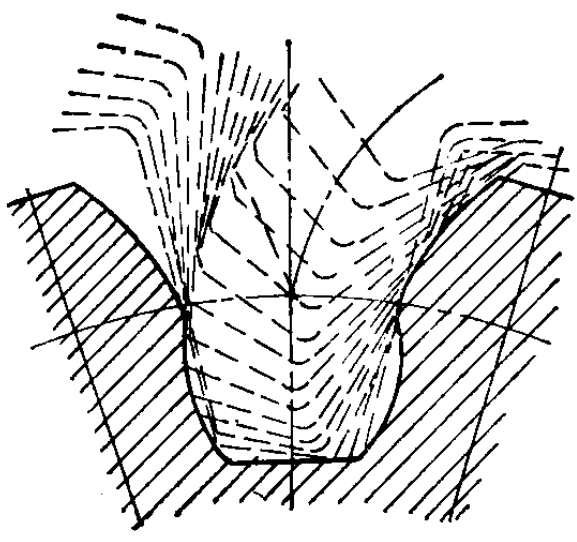


图 6 轮齿根切现象

但变位齿轮的作用，不仅仅是避免轮齿根切，还可以用于改善齿轮啮合性能，延长使用寿命；凑合一对齿轮的中心距；修复磨损了的旧齿轮和将轴齿轮改制成齿轮等许多方面。由于变位齿轮具有独特的作用和优点，所以应用日益广泛。因而铣切变位齿轮也就成为一项经常遇到的工作了。

在变位齿轮铣切过程中，刀具齿条移动的距离 X ，叫做变位距（也叫做变位量）。用模数 m 除变位距 X 所得出来的数值，就

$\ominus$ 刀具角 α_0 是指齿条形刀具相对两直线齿廓所夹的角之半，也即是分度圆压力角。又叫做齿形角。

叫做变位系数（又叫移距系数或修正系数） ξ （读音为「克西」）。即，

$$\xi = \frac{X}{m} \tag{13}$$

$$X = \xi m \tag{13a}$$

变位系数 ξ 可以是正数，也可以是负数。当刀具向离开工件（齿轮坯）的方向移动时，变位系数就是正的；反之，刀具向靠近工件的方向移动，变位系数就是负的。

变位齿轮各部尺寸和啮合性能，都跟变位系数有关。因此，变位系数的选择是一个非常重要而又较为复杂的问题，在设计齿轮时应该全面考虑。

变位齿轮的计算公式，见表 1 和表 2。

表 1 高变位直齿圆柱齿轮的计算公式

名 称	符号	计 算 公 式
模数	m	根据JB111-60选定
刀具角	α_0	$\alpha_0 = 20^\circ$
齿顶高系数	f_0	$f_0 = 1$
径隙系数	C_0	$C_0 = 0.25$
分度圆直径	d_∂	$d_\partial = m \times Z$
顶圆直径(外径)	D_e	$D_e = m(Z + 2f_0 + 2\xi) = d_\partial + 2m(f_0 + \xi)$
根圆直径(根径)	D_i	$D_i = m(Z - 2f_0 - 2C_0 + 2\xi) = d_\partial - 2m(f_0 + C_0 - \xi)$
全齿高	h	$h = (2f_0 + C_0)m$
中心距	A_0	$A_0 = \frac{m}{2}(Z_1 + Z_2)$
固定弦齿厚	S'_x	$S'_x = m\left(\frac{\pi}{2}\cos^2\alpha_0 + \xi \times \sin 2\alpha_0\right)$
固定弦齿高	h'_x	$h'_x = \frac{1}{2}(D_e - d_\partial) - \frac{\operatorname{tg}\alpha_0}{2}S'_x$
分度圆弧齿厚	S_∂	$S_\partial = m\left(\frac{\pi}{2} + 2\operatorname{tg}\alpha_0 \times \xi\right)$

(续)

名 称	符号	计 算 公 式
分度圆弦齿厚	S_x	$S_x \approx S_d \left(1 - \frac{S_d^2}{6d_d^2} \right)$
分度圆弦齿高	h_x	$h_x \approx \frac{1}{2} (D_e - d_d) + \frac{S_d^2}{4d_d}$
卡尺包含齿数	n	$n = \frac{\alpha_0}{180^\circ} Z + 0.5 + \frac{2\xi}{\pi} \operatorname{ctg} \alpha_0$
公法线长度	L	$L = \cos \alpha_0 \times m [\pi (n - 0.5) + \operatorname{inv} \alpha_0 \times Z + 2 \operatorname{tg} \alpha_0 \times \xi]$

注：上表各计算公式中，当 $\xi = 0$ 时，就是标准直齿圆柱齿轮的情况，与前面的公式（6）~（12）相同。下面表 2 也是这样。

表 2 角变位直齿圆柱齿轮的计算公式

名 称	符号	计 算 公 式
模数	m	按 JB111-60 选用
刀具角	α_0	$\alpha_0 = 20^\circ$
齿顶高系数	f_0	$f_0 = 1$
径隙系数	C_0	$C_0 = 0.25$
啮合角	α	$\operatorname{inv} \alpha = \frac{2 \operatorname{tg} \alpha_0 (\xi_1 + \xi_2)}{Z_1 + Z_2} + \operatorname{inv} \alpha_0$
中心距变动系数	λ	$\lambda = \frac{Z_1 + Z_2}{2} \left(\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha} - 1 \right)$
中心距	A	$A = m \left(\frac{Z_1 + Z_2}{2} + \lambda \right) = m \times \frac{Z_1 + Z_2}{2} \times \frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha}$
反变位系数	σ	$\sigma = \xi_1 + \xi_2 - \lambda$
分度圆直径	d_d	$d_d = m \times Z$
顶圆直径	D_e	$D_e = m (Z + 2f_0 + 2\xi - 2\sigma) = d_d + 2m(f_0 + \xi - \sigma)$
根圆直径	D_i	$D_i = m (Z - 2f_0 - 2C_0 + 2\xi) = d_d - 2m(f_0 + C_0 - \xi)$
齿顶高	h'	$h' = m(f_0 + \xi - \sigma)$
齿根高	h''	$h'' = m(f_0 + C_0 - \xi)$
全齿高	h	$h = m(2f_0 + C_0 - \sigma)$
固定弦齿厚	S'_x	$S'_x = m \left(\frac{\pi}{2} \cos^2 \alpha_0 + \xi \times \sin 2\alpha_0 \right)$

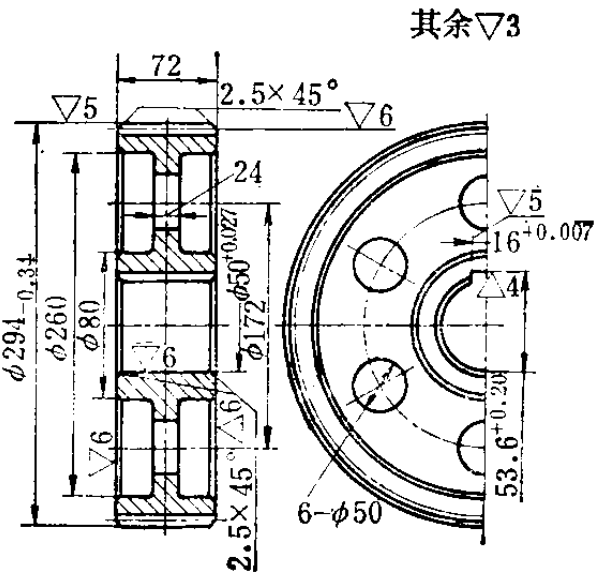
(续)

名 称	符号	计 算 公 式
固定弦齿高	h'_x	$h'_x = \frac{1}{2}(D_e - d_\partial) - \frac{\text{tg}\alpha_0}{2}S'_x$
分度圆弧齿厚	S_∂	$S_\partial = m\left(\frac{\pi}{2} + 2\text{tg}\alpha_0 \times \xi\right)$
分度圆弦齿厚	S_x	$S_x \approx S_\partial\left(1 - \frac{S_\partial^2}{6d_\partial^2}\right)$
分度圆弦齿高	h_x	$h_x \approx \frac{1}{2}\left(D_e - d_\partial\right) + \frac{S_\partial^2}{4d_\partial}$
卡尺包含齿数	n	$n = \frac{\alpha_0}{180^\circ}Z + 0.5 + \frac{2\xi}{\pi}\text{ctg}\alpha_0$
公法线长度	L	$L = \cos\alpha_0 \times m[\pi(n - 0.5) + \text{inv}\alpha_0 \times Z + 2\text{tg}\alpha_0 \times \xi]$

注：参看表 1 的注。

3 直齿圆柱齿轮的工作图 在直齿圆柱齿轮的工作图上，除了注明一切必要的几何尺寸及其公差外，还有一个参数表（或

模 数	m	3
齿 数	Z	96
刀 具 角	α	20°
变 位 系 数	ξ	0
精 度 等 级		级 8-Dc
配偶齿轮	件 号	
	齿 数	
公法线长度 $n = 11$		$97.026 \begin{smallmatrix} -0.20 \\ -0.29 \end{smallmatrix}$



- 技术条件
- 1. 齿顶圆的径向跳动 $E_0 = 0.065$ 毫米；
 - 2. 齿轮两端面的端面跳动 $E_r = 0.040$ 毫米；
 - 3. 未注明圆角半径 $R = 5$ 毫米；
 - 4. 齿面硬度 $HB = 170 \sim 190$ ；
 - 5. 齿轮周缘去毛刺。

图 7 直齿圆柱齿轮工作图

叫啮合特性表), 以注明主要啮合参数和检验时所需要的数据。

在参数表中注明了模数 m 、齿数 Z 、刀具角 α_0 及变位系数 ξ 等主要参数。此外, 还注明相啮合齿轮图号, 以便于管理。有时还注出理论齿高 h 的尺寸, 以便铣齿时估计吃刀深度。但由于齿轮外径及齿厚都有误差, 所以齿高尺寸实际上会有变化 (因此我们把计算出来的 h 叫做理论齿高), 不能作为最后精确调整吃刀深度的依据。应当根据测量公法线长度 (或齿厚) 来精确地调整吃刀深度, 如图 7 所示。

精度等级按 JB179-60 的规定标注。检验项目可根据具体情况选择确定。这些在第五章中再详细说明。

另外, 工作图中一般还附有一个轮齿齿形图, 注明固定弦 (或分度圆) 齿厚 S'_x 和齿高 h'_x , 并标出其容许偏差, 以便进行测量。

二 铣齿的原理和方法

最常用的铣齿方法, 有型铣法和展成法两种:

1 型铣法 这种铣齿方法的原理, 就是把铣刀的形状, 做得跟所要铣的齿轮的齿槽完全一样。铣齿是一个个齿地进行, 也就是铣完一个齿以后, 利用分度装置把齿轮坯转过一个角度 $\left(= \frac{360^\circ}{\text{齿数}} \right)$, 再铣第二个齿, 这样一直到整个齿轮轮齿铣完为止。

型铣法所用的刀具, 最主要的是圆片形铣刀 (图 8)。这种铣刀常见的每套 8 把、15 把、26 把, 每把铣刀适合于铣一定范围的齿数。如第 1 号 (No 1) 铣刀铣 12~13 齿, 铣刀的形状, 就是按照 12 齿的标准正齿轮的齿槽形状制造的。

另外一种刀具是指形铣刀。铣大模数的齿轮 ($m > 10$) 时,

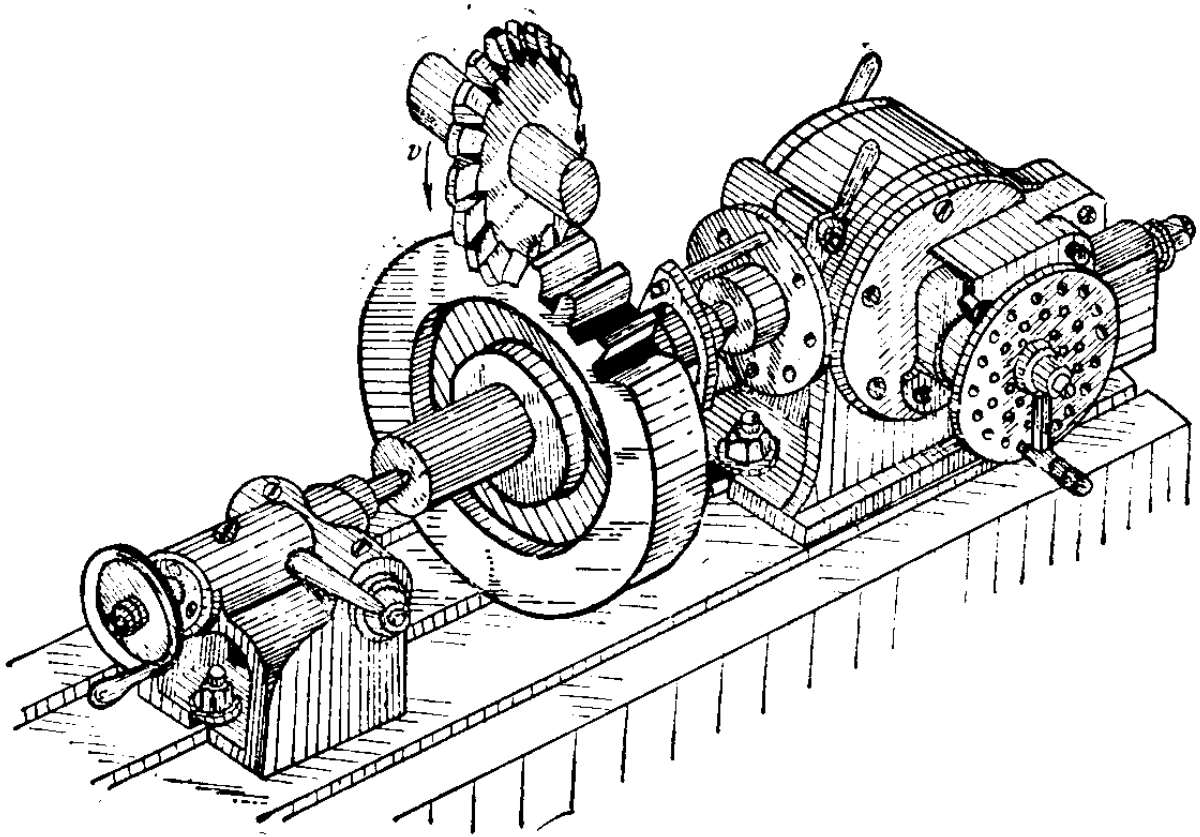


图 8 圆片形铣刀铣齿的情形

应用这种刀具。它的形状也是按照齿轮坯的齿槽制成的（图 9）。

此外，还有样板刨刀与拉刀，加工原理与铣刀相同，用于切削大模数齿轮和内齿轮。

用型铣法铣齿，由于铣刀本身的误差，及分度时产生的误差，所以精度较低。一般只能加工出 8 级精度以下的齿轮。

2 展成法 这种铣齿方法的原理，是把刀具做成齿条或齿轮的形状。铣齿时，刀具和齿轮坯都按一定的规律运动，就像齿条与齿轮（或齿轮与齿轮）啮合传动一样。在相互滚动的过程中，由于刀具刃口的切削作用，逐渐地将齿轮坯齿间的材料切除，而使齿轮得到比较精确的齿形（图10）。

用展成法铣齿，具有很多优点：1) 加工精度较高。2) 生产

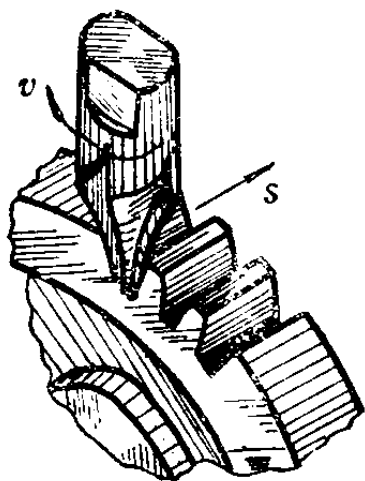


图9 指形铣刀铣齿的情形

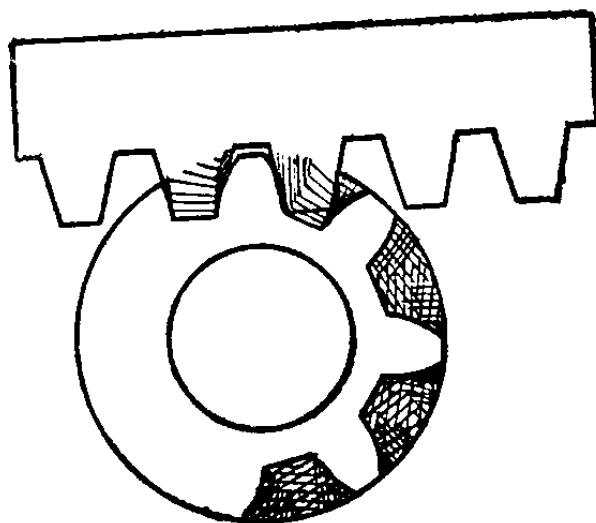


图10 展成法铣齿原理图

率较高。3) 同一个模数的齿轮，不管齿数多少，只用一把刀具来铣切。4) 工作较自动化，不用一个齿一个齿地分度。

展成法所用的刀具，有滚刀、齿条形刨刀及插齿刀(图 11)等。

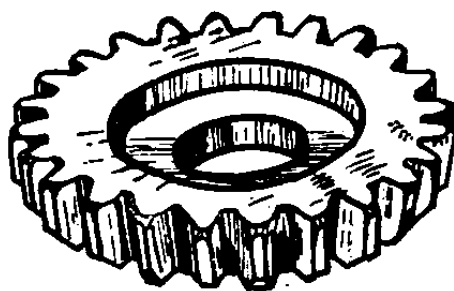
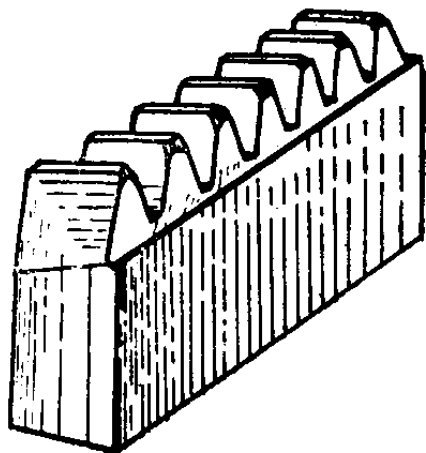
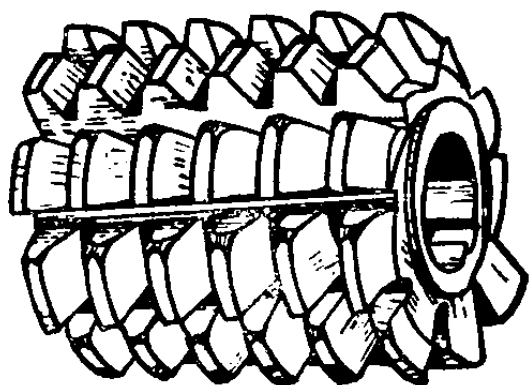


图11 展成法切齿刀具

滚刀的外形好像一个蜗杆。它的轴向断面的形状，基本上与齿条相同，只是齿的高度比标准齿条高一些。在切齿过程中，由于滚刀的转动，使它轴线断面的齿条产生移动。因此，滚刀和齿轮坯，就像齿条和齿轮啮合传动的情形一样。同时，滚刀沿齿轮坯的轴向进刀，而完成切齿工作。

齿条形刨刀的外形相当于滚刀轴线断面的形状，切齿的原理也和滚刀相同。但是，用这种刀具时，需要在结构比较复杂的机床上才能进行切齿，所以实际上应用很少。

插齿刀本身好像一个与齿轮坯模数相同的齿轮。在插齿过程中，插齿刀除有一种往复切削动作外，还和齿轮坯具有一定的速比回转着，就像两个齿轮啮合传动一样。另外，在切削开始的时候，插齿刀还在径向逐渐吃入齿轮坯，一直切到规定的深度，才停止这种切入吃刀动作。

三 标准直齿圆柱齿轮的铣切方法

1 概述 前面介绍了两种铣齿方法的原理，而最常用的铣切直齿圆柱齿轮的方法是用滚刀在滚齿机上滚铣。关于滚铣法的详细操作，另有学习材料专门讲解，这里就不讲了。按型铣法原理铣齿的，一般是用圆片铣刀在万能铣床（或卧式铣床）上铣齿。这种方法比较古老，铣齿的精度较低，但操作简单，因此在一般中小型工厂中还广泛应用着。下面介绍这种铣切方法。

2 铣刀的选择 在万能铣床上铣齿是按型铣法的原理进行的，所以铣刀的形状必须和被铣的齿轮齿槽形状相同。但渐开线齿廓形状随着齿数 Z 而变化。因此，要想铣出完全准确的齿廓，同一模数 m 和刀具角 α_0 的齿轮，每一种齿数就只要准备一把铣刀，显然这是不切实际的。但在实际工作中，是按齿廓曲线比较

接近的形状来划分阶段的，每一段准备一把铣刀。一般的是分成 8 段，即每组标准圆片形铣刀共有 8 把，从 1 号到 8 号，每号铣刀所铣切齿轮的齿数范围如下表：

表 3 铣刀号数和所铣齿轮齿数表

铣刀号数	模数铣刀	1	2	3	4	5	6	7	8
	径节铣刀	8	7	6	5	4	3	2	1
所铣齿轮齿数		12~13	14~16	17~20	21~25	26~34	35~54	55~134	135~齿条

为了使铣出来的齿廓误差更小，可以把段划分得更细些，即每组铣刀把数更多，这样就更接近于正确的齿廓形状。一般有一组 15 把铣刀及一组 26 把铣刀，所铣齿轮的齿数见表 4、表 5。

各号铣刀的曲线形状，是按照所铣齿数范围中最小齿数的齿廓制造的。例如，3 号模数铣刀是按 $Z = 17$ 的齿轮的齿廓制造的。因此，如用来铣 $Z = 18、19$ 或 20 的齿轮时，只是近似的齿廓。即是把其齿槽的材料多切去了一点，但仍然不妨碍其啮合传动。可是，要是用这把铣刀铣 $Z < 17$ 的齿轮，那末齿槽的材料相

表 4 一组15把模数铣刀所铣齿轮齿数表

铣刀号数	所铣齿数	铣刀号数	所铣齿数	铣刀号数	所铣齿数
1	12	$3\frac{1}{2}$	19~20	6	35~41
$1\frac{1}{2}$	13	4	21~22	$6\frac{1}{2}$	42~54
2	14	$4\frac{1}{2}$	23~25	7	55~79
$2\frac{1}{2}$	15~16	5	26~29	$7\frac{1}{2}$	80~134
3	17~18	$5\frac{1}{2}$	30~34	8	135~齿条

表 5 一组26把模数铣刀所铣齿轮齿数表

铣刀号数	所铣齿数	铣刀号数	所铣齿数	铣刀号数	所铣齿数
1	12	4	21	$6\frac{1}{4}$	38~41
$1\frac{1}{2}$	13	$4\frac{1}{4}$	22	$6\frac{1}{2}$	42~46
2	14	$4\frac{1}{2}$	23	$6\frac{3}{4}$	47~54
$2\frac{1}{4}$	15	$4\frac{3}{4}$	24~25	7	55~65
$2\frac{1}{2}$	16	5	26~27	$7\frac{1}{4}$	66~79
3	17	$5\frac{1}{4}$	28~29	$7\frac{1}{2}$	80~102
$3\frac{1}{4}$	18	$5\frac{1}{2}$	30~31	$7\frac{3}{4}$	103~134
$3\frac{1}{2}$	19	$5\frac{3}{4}$	32~34	8	135~齿条
$3\frac{3}{4}$	20	6	35~37		

对地少切去了一点，因此齿轮在运转中将发生干涉，可能咬住转不动。这就是各号铣刀为什么按其所铣齿数最小的齿轮齿廓制造的原因。

选择铣刀时，除了按照齿轮工作图上标明的齿数 Z 选择铣刀号数外，还要注意看清工作图上标明的模数 m 和刀具角 α_0 ，选择的铣刀这几项都必须完全符合。刀具角 α_0 ，标准(JB110-60)规定采用 $\alpha_0 = 20^\circ$ 。一般的标准模数铣刀也都是按 $\alpha_0 = 20^\circ$ 制造的。但如果 $\alpha_0 \neq 20^\circ$ ，譬如 $\alpha_0 = 14\frac{1}{2}^\circ$ 等，就必须选用 $14\frac{1}{2}^\circ$ 的铣刀。此外，还要看清理论齿高 h 是否符合标准，如果齿轮不是标准齿

轮，而是变位齿轮或短齿制齿轮，那末都不能用标准铣刀铣齿，而必须专门制作样板铣刀才行。标准圆片形模数铣刀的主要尺寸如表 6。

表 6 标准圆片模数铣刀尺寸表 (GR69-60)

模数 (毫米)	$D \times d$ (毫米)	铣刀 齿数	模数 (毫米)	$D \times d$ (毫米)	铣刀 齿数
0.3~0.8	40×16	26~16	6.5~7	105×32	11
1~1.25	50×16	14	8	110×32	11
1.5	55×22	14	9	115×32	10
1.75~2.25	60×22	12	10	120×32	10
2.5	65×22	12	11	135×40	10
3	70×27	12	12	145×40	10
3.5	75×27	12	13	155×40	10
4~4.5	80×27	12	14	160×40	10
5	90×32	11	15	165×40	10
5.5	95×32	11	16	170×40	10
6	100×32	11			

注：D = 圆片铣刀的外径；d = 圆片铣刀中心孔的直径。

3 铣床的调整与操作程序

一、检查和校准铣床 按照规定先往各注油点内注入润滑油，再开动铣床，检查各运转部分有无松动或过紧和缺少润滑油的现象。如果有不准确的地方，应加以调整，以防止机器发生故障和废品的产生。

如果分度头和死顶针座尾架原先没有安好在工作台面上，就必须把它用插榫固定在台面的 T 形槽中，并使分度头、顶针座和台面平行。如果分度头或顶针座底面的插榫已经损坏或不准确了，就必须用千分表校正两者同中心并与铣床主轴成直角，然后再把它固定。校正的方法如图 12 a 所示。接着再将死顶针和分度