

第十一章 □□刀具

- 第一□ □□刀具的主要□型和□用
- 第二□ 成形□□刀具
- 第三□ □□□刀和□□□刀
- 第四□ 剃□刀
- 第五□ 插□刀
- 第六□ 非□开□□□□刀具
- 小□
- □□

第一口 口口刀具的主要口型和口用

口口的种口很多，加工要求又各有不同，因此口口刀具的品种极其繁多。通常按加工口口的品种和加工原理的方法来分口。

11.1.1 按加工口口的品种分

- 1、加工口开口口柱口口的刀具。
- 2、加工口口的刀具。
- 3、加工口口口的刀具。
- 4、加工非口开口口形工件的刀具。

11.1.2 按加工原理分

11.1.2.1 成形□□刀具

□□刀具的切削刃廓形与被加工的直□□端剖面内的槽形相同。□□刀具中有□形□□□刀、指形□□□刀、□□拉刀、插□刀□等。

- ①. □形成形□□□刀。
- ②. 指形□□□刀。

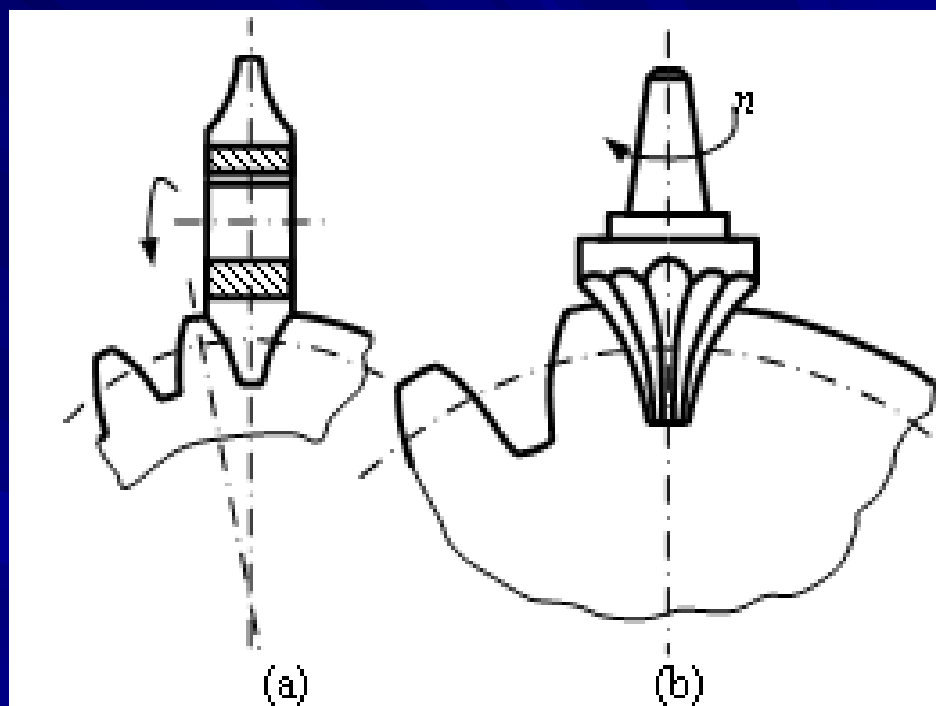
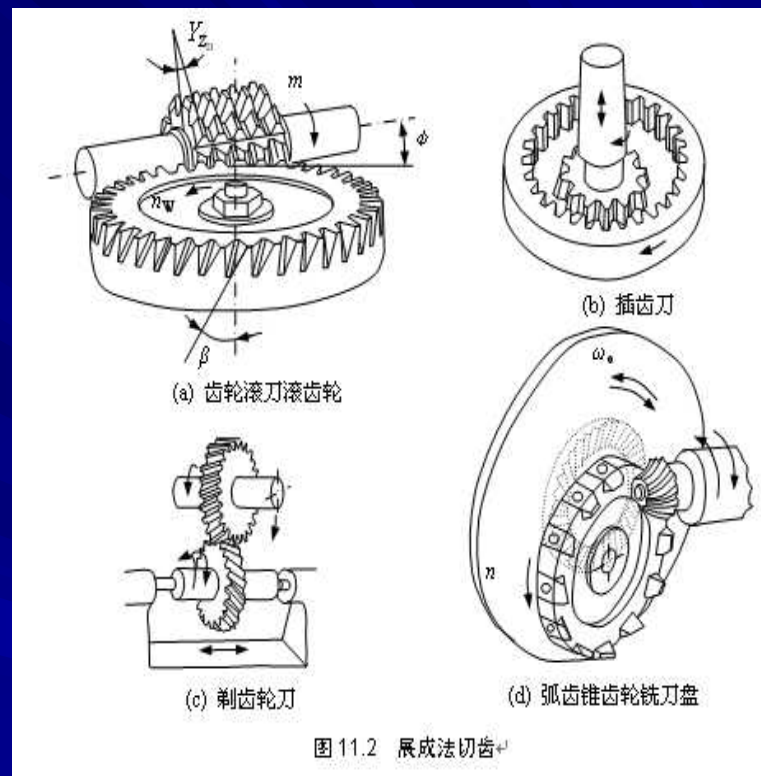


图 11.1 成形齿轮刀具

(a) 盘形齿轮铣刀 (b) 指形齿轮铣刀

11.1.2.2 展成□□刀具

□□刀具切削刃的廓形不同于被切□□任何剖面的槽形。切□□除主运□外，□需有刀具与□坯的相□□合运□，称展成运□。工件□形是由刀具□形在展成运□中的若干位包□切削形成的。用□□刀具加工□□□，刀具本身好像也是一个□□，它和被加工的□□各自按□合关系要求的速比□□，而由刀具□形包□出□□的□形。□□刀具中有□□□刀、插□刀、梳□刀、剃□刀、加工非□开□□形的各种□刀、□□刀具和□□□□□□等。



11.1.2.3 切切刀具的切用

- 根据不同的切削要求和条件，切用合适的切切刀具是很重要的。在以上所切的各切切切刀具中，要数加工切开口切柱切的刀具切用最广泛；而在切切刀具中，又以切切切刀最切常用。
- 插切刀的切越性主要在于既可加工外切合切切，也能加工内切合切切，切能加工有台切的切切如双切切切、三切切切和人字切切等。切切切切和插切的切切，如果需要切一步提高加工精度和降低表面粗糙度，可用剃切刀来切行精加工。
- 孔径小的内切切或切开口花切孔，用拉刀来拉削是唯一的方法。

- 对于精度要求不高的工件或小批量工件，采用平面刨刀加工是比铣削方便和成本合算的。
- 在刨削刀具中，成形刨刀是多年来加工直线轮廓的基本刀具，由于其加工效率和精度不高，现已逐渐被成形铣刀所代替。在生产品量大大的情况下，可采用效率更高的拉刀来加工。

第二回 成形回回刀具

11.2.1 成形回回刀具的种回和回用范回

成形回回刀具常用的
的有下列几种：

- 回形回回回刀；
- 指形回回回刀；
- 回回拉刀。

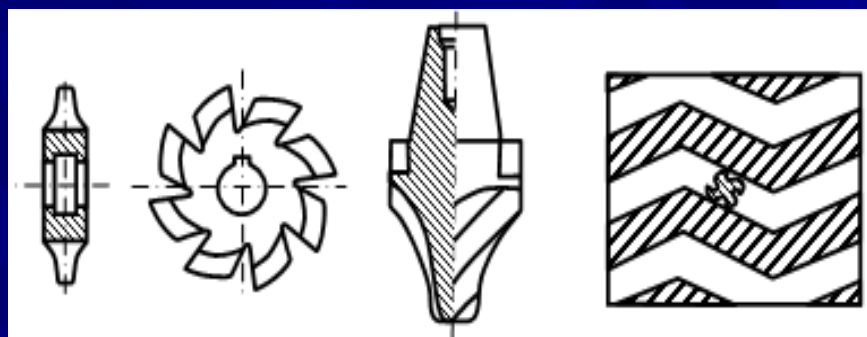


图 11.3 盘形齿轮铣刀

图 11.4 指形齿轮铣刀

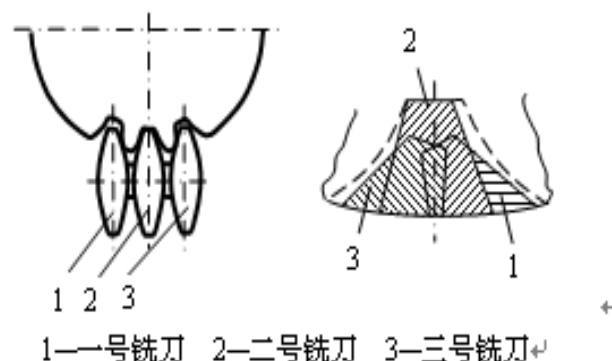


图 11.5 用成组铣刀粗切齿轮

11.2.2 加工直口外圆用的车刀的分度和车刀形状

11.2.2.1 加工直口外圆用的车刀分度

车刀刀口的形状由两部分组成：前角部分和后角部分。

11.2.2.2 车刀刀口的后角部分

车刀后角部分的形状按被加工工件的槽底部后角的形状考虑。

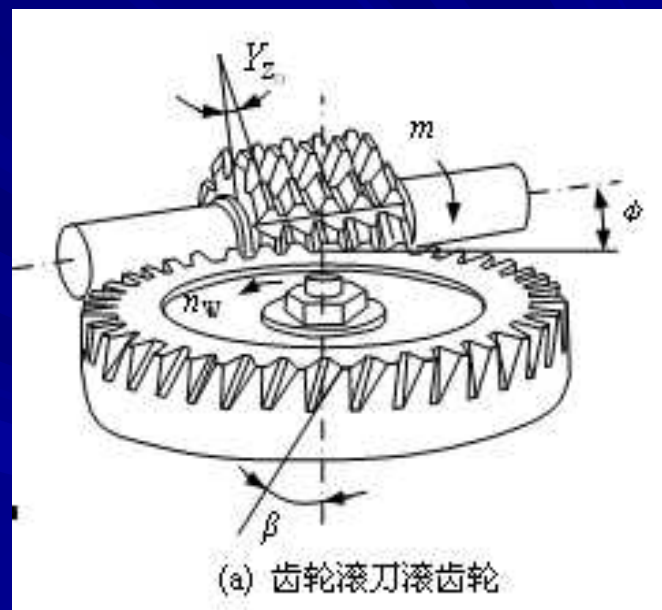
第三 滚刀和滚齿

11.3.1 滚刀

11.3.1.1 滚刀的用途和

运动

滚刀是按展成法加工齿轮的刀具。在机械制造中应用广泛，可用来加工外齿轮的直齿、斜齿、锥齿和蜗轮。加工齿轮的范围很大，从模数大于0.1mm到小于40mm的齿轮，均可用滚刀加工。加工齿轮的精度一般达7~9级，在使用超高精度滚刀和精密的工件条件下也可以加工5~6级精度的齿轮。用一把滚刀可以加工模数相同的任意齿数的齿轮。



11.3.1.2. 蜗轮滚刀的基本蜗杆

蜗轮滚刀一般是指加工蜗轮用的滚刀。它是按螺旋副啮合原理加工的，由于被它加工的蜗轮是蜗轮，所以它本身也具有蜗轮的几何特性。

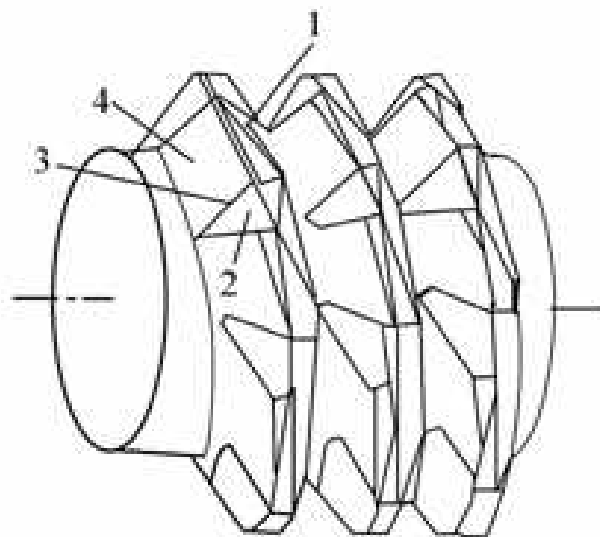


图 11.12 齿轮滚刀的基本蜗杆

1—顶后面 2—前刀面 3—切削刃 4—侧后刀面

刀具基本蜗杆的分圆柱圆角：

$$\sin \lambda_0 = \frac{m_n z_0}{d_0} \quad (11.1)$$

式中： m_n ——刀具基本蜗杆的法向数，它等于被加工蜗轮的齿数；
 z_0 ——刀具基本蜗杆蜗轮数；
 d_0 ——刀具的分圆柱直径。

刀具基本蜗杆的法向分圆距：

$$p_{n0} = \pi m_n \quad (11.2)$$

基本蜗杆螺口在分口柱面上的截形展开口：

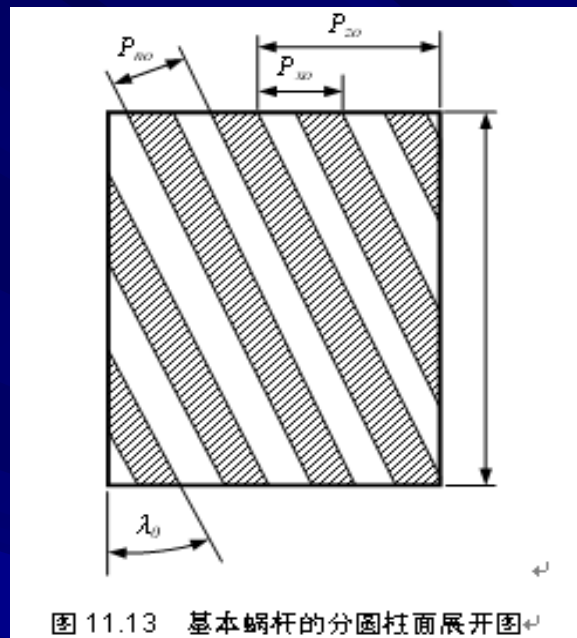


图 11.13 基本蜗杆的分口柱面展开图

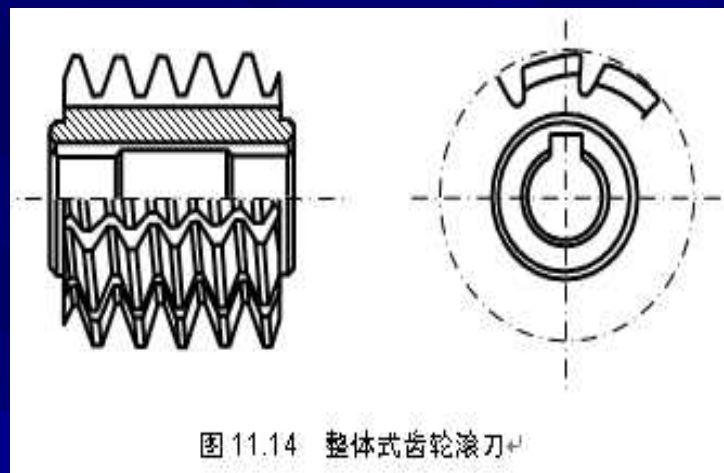
由口可得基本口杆的口向口距：
$$p_{x0} = \frac{p_{n0}}{\cos \lambda_0} = \frac{\pi m_n}{\cos \lambda_0}$$

当 $z_0 > 1$ 口，基本口杆的口程口：
$$p_{x0} = p_{x0} z_0 = \pi d_0 \tan \lambda_0$$

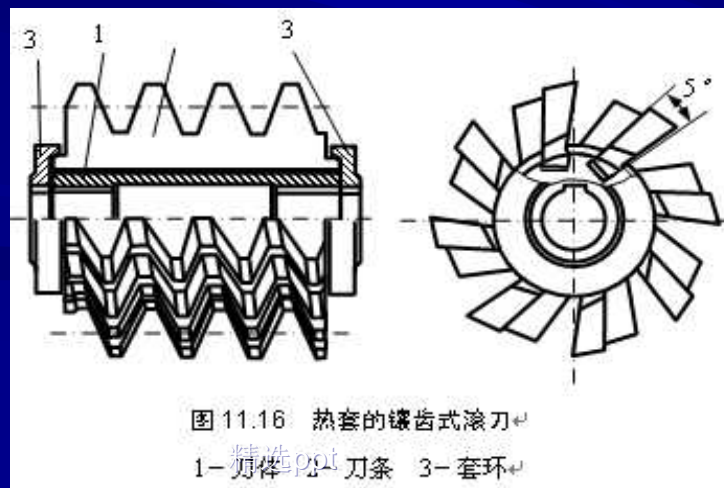
11.3.1.3. 口口口刀的口构

11.3.1.3.1 口口口刀的口构形式

① 整体式口刀



② 口口式口刀



11.3.1.3.2 四方刀的直径

四方刀的直径大小是可以自由确定的，但直径大些会有下列特点：

- (1) 当分度圆柱直径较大，分度圆柱进给角就小
- (2) 小，可以减少近似梯形刀的梯形误差。
- (2) 四方刀，在进给量相同的情况下，能减小
- (3) 四方刀面上的进给波度。
- (3) 能使刀口的数目增多，从而减小每个刀口的切削
- (4) 切削力，并有利于切屑排出和降低切削温度。
- (4) 能使刀具的孔径加大，因而可采用较粗的心轴，

但是如果口刀的直径口大， 也有下列缺点：

- (1) 不但浪口高速口， 而且口刀的制造、刃磨和安装都不方便。
- (2) 会使口口机刀架内部的口口零件受到口大的扭矩， 切削口容易口生冲口振口， 影响加工精度。
- (3) 会增加口口口的切入口度和切入口口， 影响生口效率。口刀的外径一般口：

(4)

$$d_a \geq 2(t'_1 - \frac{D}{2} + \delta + H_k)$$

式中： t'_1 ——口槽尺寸， 即口槽底面到口面孔壁的距离；

D ——口刀孔的直径， $D \approx (0.20 \sim 0.45)d_a$ ；

δ ——口刀刀体的壁厚， $\delta \geq (0.25 \sim 0.30)D$ ；

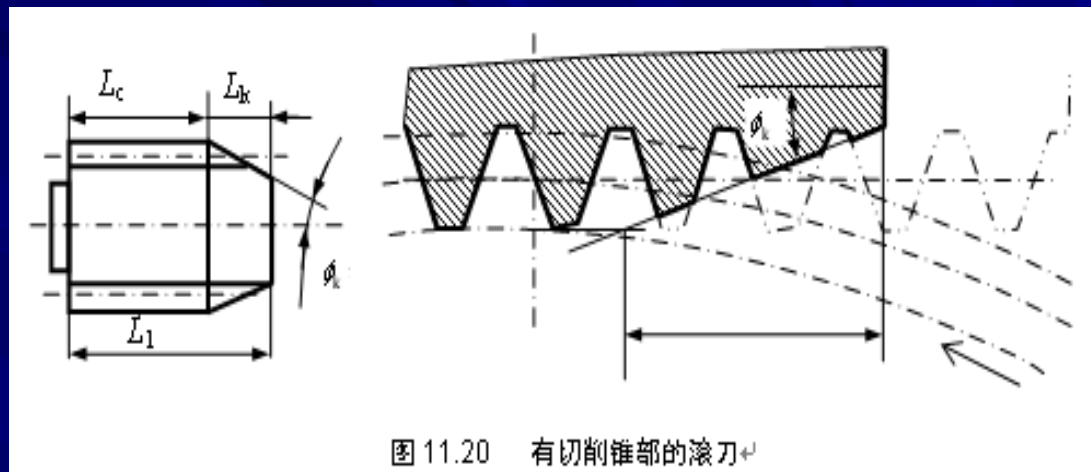
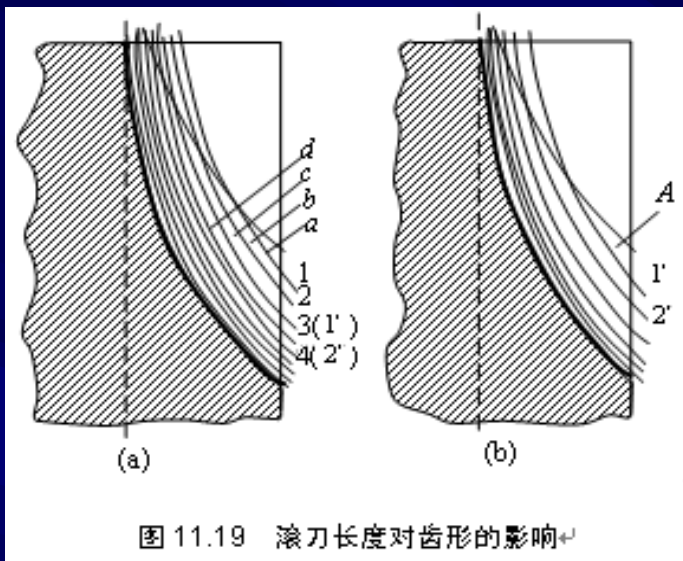
H_k ——容屑槽深度。

11.3.1.3.3 刀口刀的口度 L

吃刀口的口度，无刀口的口者口是口刀的使用者来口，都是口口重口的一个口口。口刀的口度口能口足三口要求：

- (1) 口刀端口的刀口不可口荷口重；
- (2) 口刀必口完整地包口出被加工口口的口形；
- (3) 口了使口刀整个口度上的刀口磨口均匀、减少口刀的重磨次数、增加每两次重磨之口的使用寿命，口刀口口有充分的“口刀”口度。

11.3.1.3.4 口刀的切削口部



当口口的螺旋角大于 20° ，就口当在口刀上做出切削口部。口了使口刀口口的安装口斜角不太大，口刀的螺旋方向口与被加工口口的螺旋方向相同。口口，切削口部口是口在口口坯口出的一口。必口注意，将口成的口准口口口刀改磨口有切削口部的口刀口，必口口算剩下的口柱部分是否口有足口的口度来包口口口的完整口形。

11.3.1.4 刀具的切削参数

(1) 刀具前刀面结构与刀具

(2) 刀具前刀面的一般形式是由直母面形成的螺旋面。它的特征由前角、容屑槽螺旋角决定。

(3) 前角与螺旋角组合可能有四种形式：

(4) ① 零前角直槽刀具： $r_y=0^\circ$ 、 $\beta_k=0^\circ$

(5) ② 正前角直槽刀具： $r_y>0^\circ$ 、 $\beta_k=0^\circ$

(6) ③ 零前角螺旋槽刀具： $r_y=0^\circ$ 、 $\beta_k\neq 0^\circ$

(7) ④ 正前角螺旋槽刀具： $r_y>0^\circ$ 、 $\beta_k\neq 0^\circ$

(2) 刀具后刀面结构参数

(3) 后面包括后面及左、右侧面，它们都是阿基米德螺旋面。

11.3.1.5 口口口刀的外形尺寸

口刀的外形尺寸包括外径 d 、孔径 D 、全口 L 、凸台直径 d_1 、与口度 l_1 等。

下表列出了部分口准口口口刀的外形尺寸：

表 11-2 标准齿轮滚刀外形尺寸 GB/T 6083-2001

模数系列		I 型					II 型				
1	2	d_a	L	D	l_1	z_1	d_a	L	D	l_1	z_1
1							50	32			
1.25		63	63	27		16		40	22		
1.5							63	50			12
2	1.75	71	71		5			56			
2.5	2.25	80	80	32			71	63	27		
3	2.75	90	90			14	80	71		5	

续表

模数系列		I 型					II 型				
1	2	d_a	L	D	l_1	z_1	d_a	L	D	l_1	z_1
	3.25							80			
	3.5						90	90			
	3.75	100	100	40					32		10
4	4.5	112	112				100	100			
5	5.5	125	125				112	112			
6	6.5	140	140	50			118	118			
	7					12	118	125	40		
8		160	160				125	132			
	9	180	180				140	150			
10		200	200	60			150	170	50		

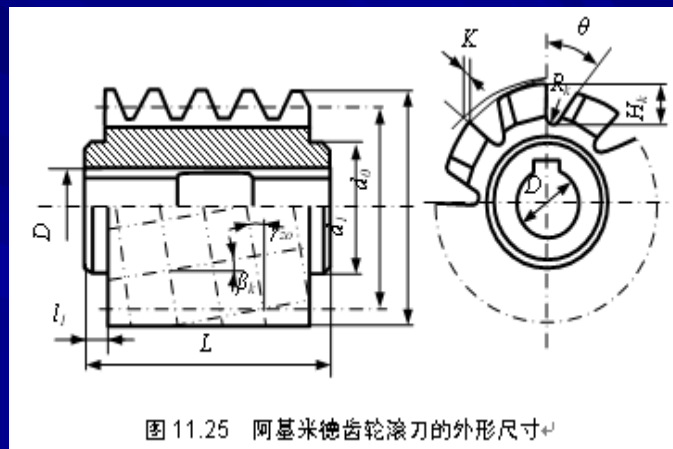


图 11.25 阿基米德齿轮滚刀的外形尺寸

11.3.1.6 阿基米德螺线的面积差

生活中普遍使用的剪刀是阿基米德剪刀。但是它与开口剪刀相比，其形状是有差的。这个差就是由于其基本杆是阿基米德杆，而不是开口杆。

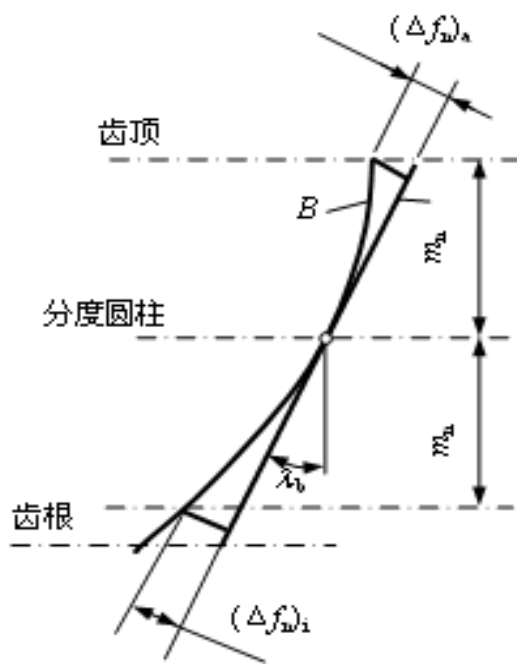
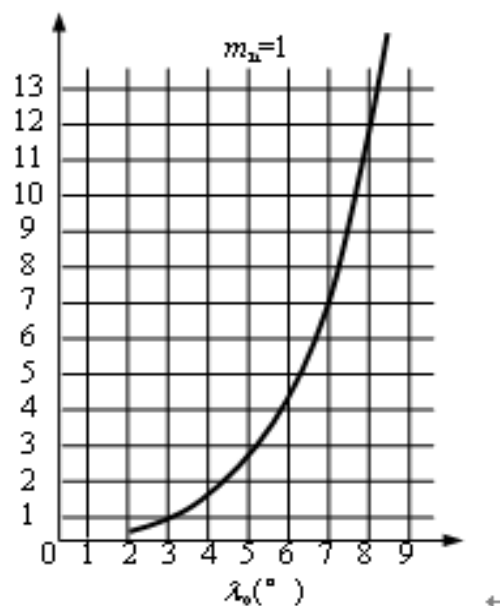


图 11.27 阿基米德齿轮滚刀齿形误差

图 11.28 齿形误差与导程角的关系^[4]

11.3.2 刮刮刮刀

11.3.2.1 刮刮刮刀的刮构和工作方式

刮刮刮刀是加工刮刮的主要刀具。从刮构上来讲，直径刮大的刮刮刮刀是在刀体内做出孔和刮向刮槽、以孔定位套装在心刮上加工刮刮；直径刮小的刮刮在刮刀的端面上做出端面刮槽。刮于直径很小的刮刮刮刀，考虑到刮度和刮度刮刮，就不能在刀体内做出孔，此刮必刮将刮刀做成刮柄式，即刮刀与心刮刮成一个整体，如刮所示。



图 11.29 套装式和连柄式蜗轮刮刀

(a) 套装式蜗轮刮刀 (b) 连柄式蜗轮刮刀

□□□刀切削□□□，可采用两种不同的□□方式；径向□□方式和切向□□方式用径向□□方式□，□刀每□一周，□□□□的□数□等于□刀的□数，□□就形成了展成运□。

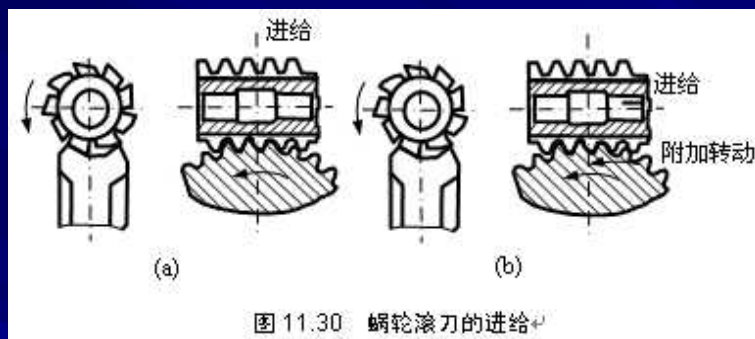


图 11.30 蜗轮滚刀的进给

切削□部的位置，可按下述原□确定：即面□□刀的前刀面，左螺旋□刀的切削□部在左端，右螺旋□刀的切削□部在右端。

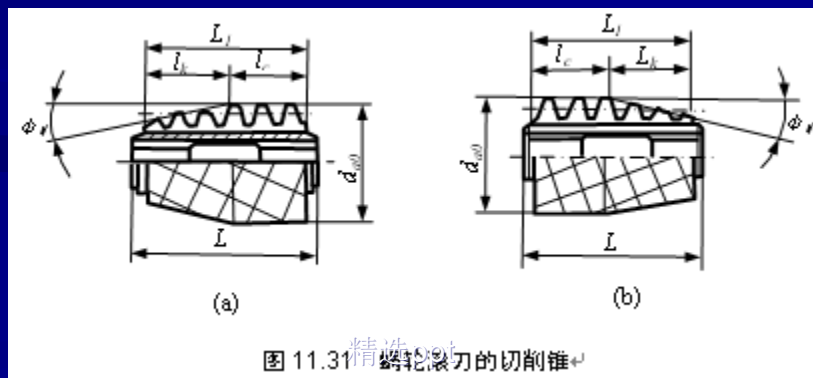


图 11.31 蜗轮滚刀的切削锥

11.3.2.2 阿基米德型刀具的切削计算

1) 基本参数和尺寸

如前所述，阿基米德型刀具的基本切削参数必须符合工作切削参数，不但切削参数的类型要相同，而且它的主要尺寸也相同，阿基米德型的工作切削参数是以切削模数 m 和切削角表示的，所以阿基米德型刀具也是以这两个参数来表示。此外，阿基米德型刀具的下列一些参数也与工作切削参数相同：

■ 螺旋角	$Z_0 = Z_1$	(11.13)
-------	-------------	---------

■ 分度柱角	$\tan \lambda_0 = \tan \lambda_1$	(11.14)
--------	-----------------------------------	---------

■ 切削距	$p_{x0} = p_x = \pi m$	(11.15)
-------	------------------------	---------

■ 法向距	$p_{n0} = \pi m \cos \lambda_0$	(11.16)
-------	---------------------------------	---------

■ 螺旋的行程	$p_{z0} = p_{x0} Z_1 = \pi m Z_1$	(11.17)
---------	-----------------------------------	---------

■ 分度柱直径	$p_{z0} = p_{x0} Z_1 = \pi m Z_1$	(11.18)
---------	-----------------------------------	---------

2) 铣刀的铣削量

铣刀的后角是由径向铣削得的。对于螺旋槽和直槽的铣刀，为了使其端削面内能出切削刃后角 α_p ，铣削量 k ：

$$k = \frac{\pi d_{a0}}{Z_k} \tan \alpha_p \quad (11.24)$$

同时，考虑铣刀切削工作后角 (α_p') 在铣后刀面的螺旋方向合理，而 α_p' 与 α_p 的关系

$$\tan \alpha_p \approx \tan \alpha_p' \cos \lambda_0 \quad (11.25)$$

代入式(11.24)，得径向铣削量 k ：

$$k = \frac{\pi d_{a0}}{Z_k} \tan \alpha_p' \cos \lambda_0 \quad (11.26)$$

3) 四方刀的磨削

径向四方刀的切削部分磨削：

$$L_1 = l_1 + \pi m \quad (11.27)$$

式中： l_1 ——工作刀杆螺入部分的磨削。

径向四方刀的切削部分磨削：

$$L_1 = l_k + l_c = 4.5 : 5 \pi m \quad (11.28)$$

式中： l_k ——刀切削部分的磨削： $l_k = 4.5 : 5 \pi m$

l_c ——刀刀柱部分的磨削： $l_c = 2 \pi m$

4) 刃倾角的定义

刃倾角 λ 的定义，如何定义其刃倾角 (即容屑槽数) 是一个相当重要的问题， λ 得是否恰当， λ 于被加工的工件形状精度和表面质量以及刀具刃口的切削负荷都有很大的影响。

(1) 径向切削刀具的刃倾角 λ_k 。

(2) 切向切削刀具的刃倾角 λ_k 。

11.3.3 口刀的合理使用

11.3.3.1 口口口刀的口用和合理安装

在加工口口口，口用适当的口刀是很重要的。口刀的法向模数和法向口形角口口得与被加工口口的法向模数和法向口形角相同。同口口口注意口刀的精度等口是否与口口要求的精度等口相当。

11.3.3.2 口刀的重磨

使用磨口了的口刀口口口，会降低口口的口形精度和口化表面口量，口会加口机床的振口。口刀的磨口量在粗切口超口 0.8—1mm或精切口超口0.2—0.5mm，就需要重磨前刀面。口刀的重磨精度口于口口的口形精度有很大影响，必口十分重口。口保口口刀的重磨精度，口刀刃磨需使口用的刃磨机。它具有精密的分度机构、正弦尺螺旋运口机构及砂口修正机构。在工具磨床上加装附件也可刃磨口刀。

11.3.3.3 重磨□刀□□生的□差及其□□方法

重磨或刃磨□刀□可能□生的□差主要有三□：

- (1) 前刀面径向性□差。
- (2) 前刀面与□刀□□的平行性□差。
- (3) □周□距□差。

(4) 11.3.3.4 □□□刀

- (5) 由于□□□刀是□用刀具，当制造□□的数量很少□，用□□□刀往往不□□□。此□可用□□□刀 (□称□刀)来加工。

11.3.3.4.1 插齿刀的工作原理

插齿刀，就是在刀杆 2 上装一把刀头 1 来代替插齿刀的一个刀头，所以插齿刀可以看作是插齿的插齿刀，由于它的刀头数目少，因而加工生产率比插齿刀低得多。但是它的结构简单，制造容易，因而适宜于在修配工作中或在工件小批生产中加工插齿。用插齿刀加工插齿，需在具有切向刀架的插齿机上运行。加工时，插齿刀每转一周，插齿刀的齿数等于工作插齿杆的齿数，这就是分齿运动。为了切出插齿的正确齿形，用插齿刀加工插齿时必须要有展成运动。



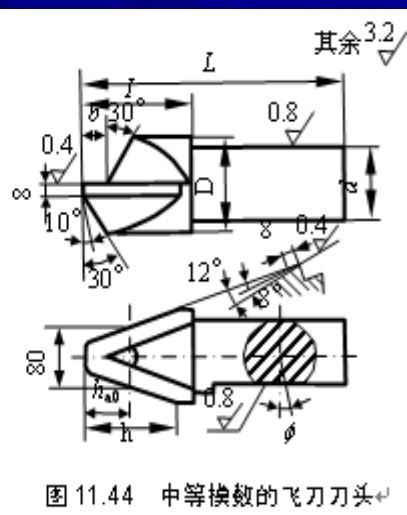
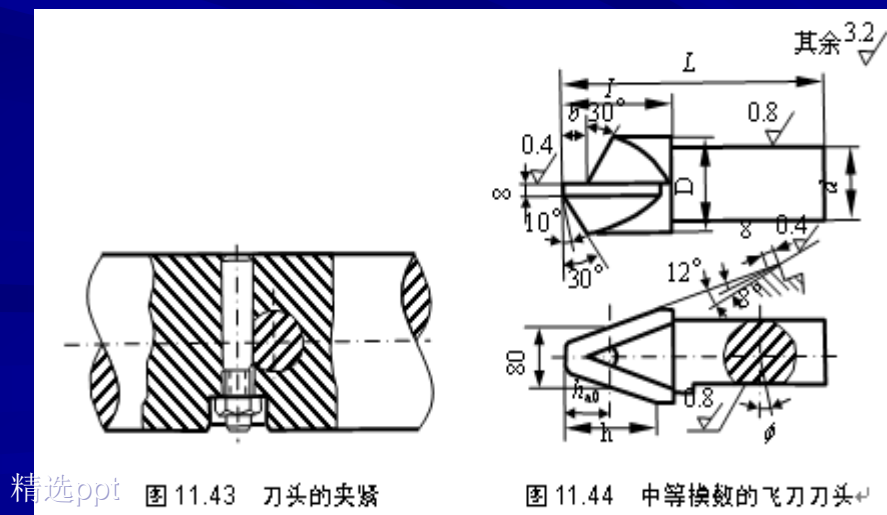
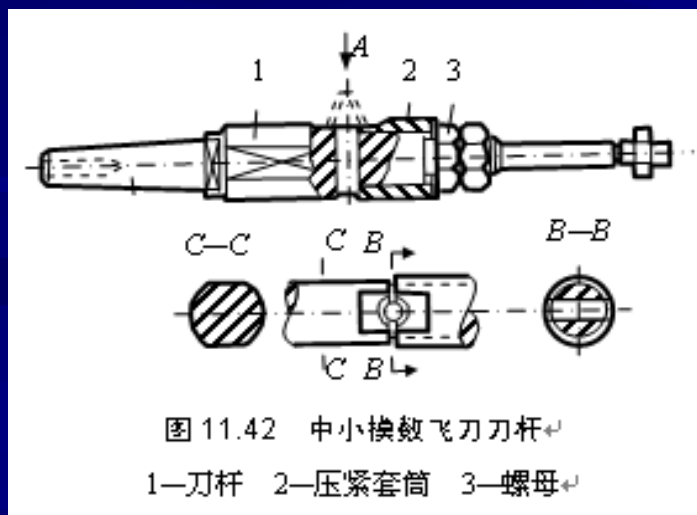
11.3.3.4.2 口刀刀杆与刀口的口构

(1) 口刀刀杆的口构

(2) 口刀刀口装入刀杆后，口装卡牢固，不能在切削口口生口口或移口，安装位置口精确。口刀的径向尺寸口能口整。

(2) 刀口口构

(3) 口刀刀口一般做成口柄式，其前角一般口零度，前刀面口通口口心口，口刃与口刃后角可取口 $8^{\circ} \sim 12^{\circ}$ ，重磨口重磨后刀面。



(3) 刀口的安装位置与刀口形

与四方刀一样，圆刀的左右刀刃口在基本圆杆的螺口表面上。故加工不同圆型的螺口，刀口的安装位置及其口形也有所不同。

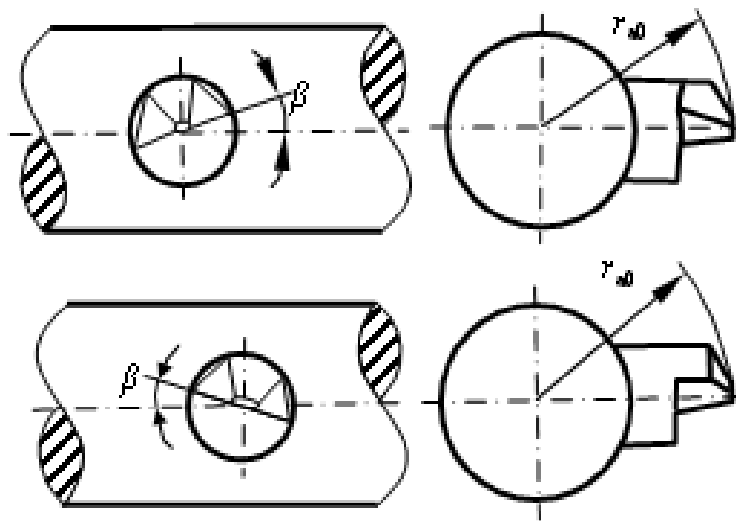


图 11.45 飞刀刀头的安装

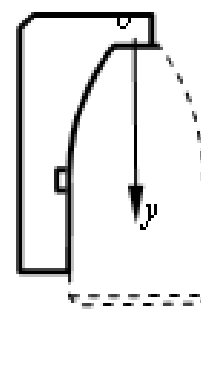


图 11.46 飞刀的齿形样板及其坐标系

第四口 剃 口 刀

11.4.1 剃口刀的口型和口用

剃口刀是一种精加工口口用的刀具，剃口后口口精度可达6~7口，口剃口前口提高一口。因剃口刀的耐用度和生口率口高，所用的机床口口，口整方便，因此生口中不少口口是用剃口刀来精加工的。

剃口法的主要限制是不能加工淬硬的口口(一般要低于HRC 35)。剃口刀按其口构，分口三种：

- (1) 口条形剃口刀。
- (2) 口形剃口刀。
- (3) 口口剃口刀。

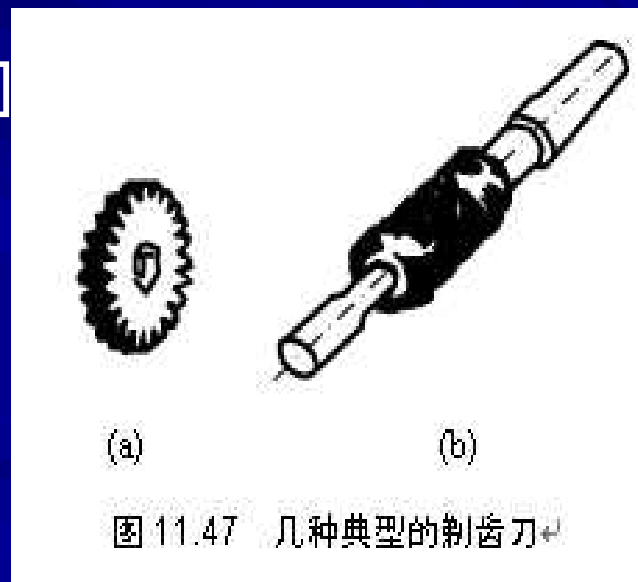


图 11.47 几种典型的剃齿刀

11.4.2 剃削原理

11.4.2.1 剃削的切削速度

直形剃齿刀加工直齿圆柱齿轮，切削速度 v_p 来自螺旋齿轮啮合的齿面滑移运动。剃齿刀和齿轮的齿面相切滑移速度 v_p 为两者沿啮合方向的速度之差，由图可看出

$$v_p = v_1 - v_0 = v_{t1} - v_{t0} = \frac{\sin \Sigma}{\cos \beta_1}$$

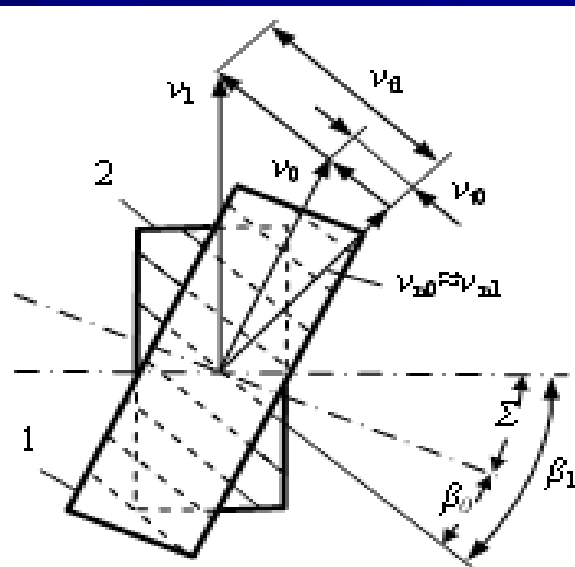


图 11.50 剃齿时的切削速度

1—剃齿刀 2—齿轮

式中： Σ ——剃齿刀和工件的交角。

$$\Sigma = \beta_1 \pm \beta_0$$

式中： β_1 、 β_0 ——工件和剃齿刀的螺旋角，当两者螺旋角同向时取主‘+’号，异向时取‘-’号。

以上分析的是圆形剃齿刀啮合点的切削速度。由于啮合接触点变化是连续的，所以齿面不同高度上各点的切削速度是不同的，变化规律如下所示

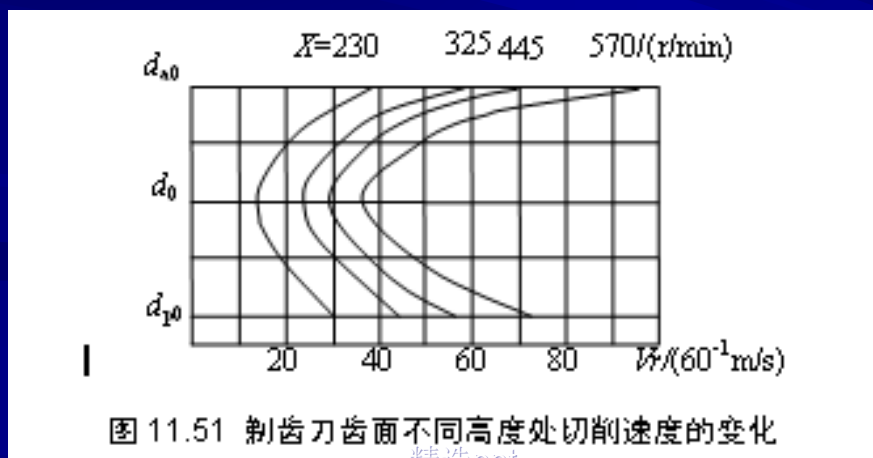


图 11.51 剃齿刀齿面不同高度处切削速度的变化

11.4.1.2 剃齿刀的啮合关系

啮合度 KPM 的啮合度 L

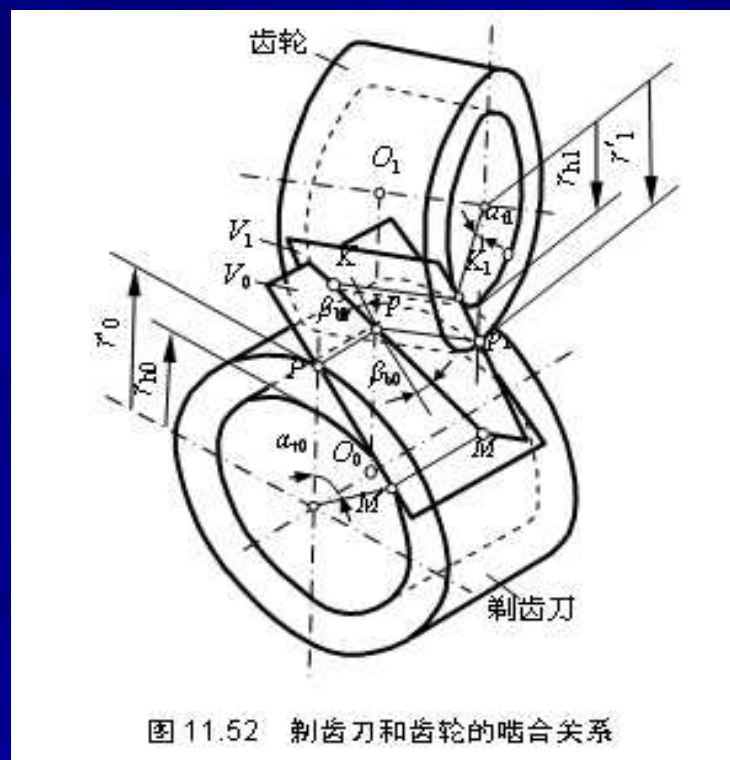
$$L = \overline{KP} + \overline{PM} = \frac{\overline{K_1P_1}}{\cos \beta_{b1}} + \frac{\overline{M'P'}}{\cos \beta_{b0}} = \frac{\sqrt{r_1'^2 - r_{b1}^2}}{\cos \beta_{b1}} + \frac{\sqrt{r_0'^2 - r_{b0}^2}}{\cos \beta_{b0}}$$

式中：

r_0' 和 r_1' —— 剃齿刀和齿轮的基圆半径；

r_{b0} 和 r_{b1} —— 剃齿刀、齿轮的基圆半径；

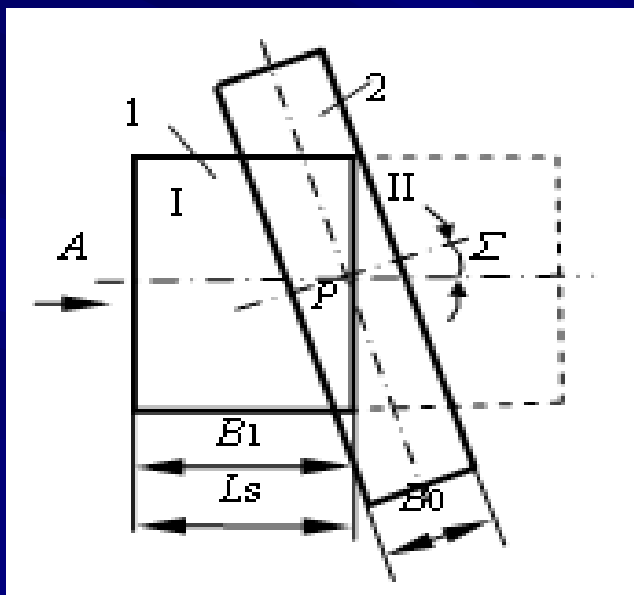
β_{b0} 和 β_{b1} —— 剃齿刀、齿轮的基圆螺旋角。



11.4.1.3 有效磨削区和磨削力系数的确定

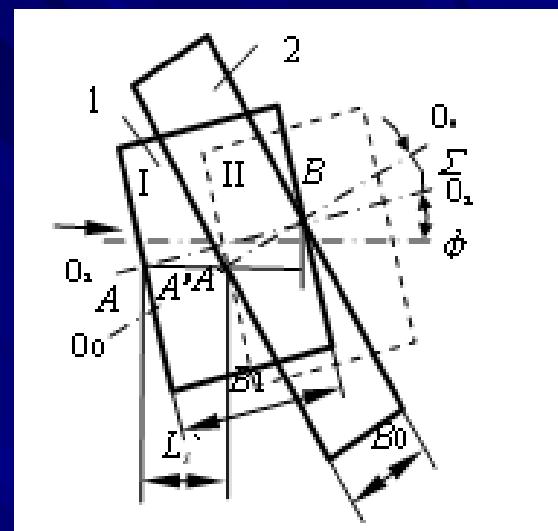
11.4.1.4 磨削力的方向

磨削在常用的磨削方法是工作的磨削方向和被磨削力的方向一致



但磨削方法有如下缺点：(1)工作台行程 L_s 有限，(2)刀具磨削面上只有一部分被使用，不是整个磨削面均匀磨削。

□□短□□行程□度可采用斜向□□，即□角剃□法，如□



□角剃□法可提高剃□效率且使刀具全□面磨□均匀，提高剃□刀耐用度。但□种方法要求：

- 剃□机台面上增加一个回□工作台；
- 剃□的切削力增加，要求机床有□高的□度和功率；
- 刀具□度增加；
- 要求有□高的剃□□整工□水平。

11.4.1.5 剃切刀的齿形修正

生产实践证明，正确开口的剃切刀并不能保证被剃切的工件开口形。在生产中采用的解决方法是先修正剃切刀的齿形（修正后剃切刀不是开口形），反而能加工出口形精度高的工件。在生产中只能先用剃切刀加工出口形精度高的工件，再量取这种工件的齿形误差，根据齿形误差的位置大小，再对剃切刀进行齿形修正。有时要反复修形数次，才能得到好的剃切效果。

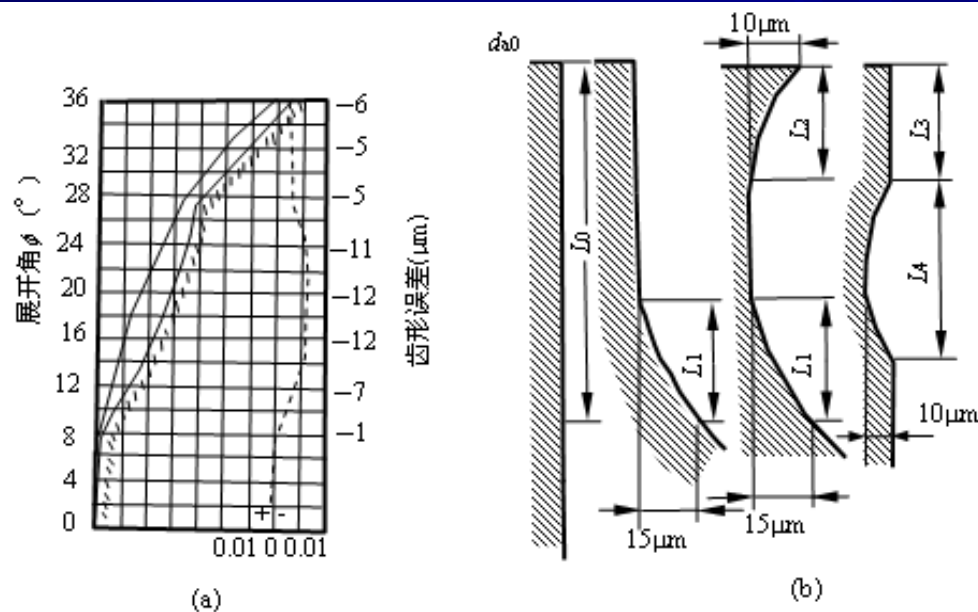


图 11.57 齿轮齿形误差和剃齿刀齿形修正

(a) 一种典型的被剃齿轮齿形误差曲线

(b) 几种剃齿刀齿形的修正曲线

($L_1 = L_2 = L_3$)

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/135204042003011243>