

第一章 车 刀

第一节 车刀的种类和用途

车刀是金属切削加工中使用最广泛的刀具,它可以在普通车床、转塔车床、立式车床、自动与半自动车床上,完成工件的外圆、端面、切槽或切断等不同的加工工序。正因为它的用途不同,因此它的形状、尺寸和结构等也就各不相同,可分为各种类型的车刀。除少数情况外,一般的车刀都是只有一条主切削刃的单刃刀具,它们工作时的切削运动(主运动)是旋转运动,由工件完成,而进给运动(辅助运动)是直线运动,由车刀完成,这是它们的共同特征。

车刀按其用途不同,可分为外圆车刀、端面车刀、切断车刀等类型。本节将简要介绍这几类常用的车刀。

(1) 外圆车刀 它主要用来加工工件的圆柱形或圆锥形外表面。通常采用的是直头外圆车刀(图 1-1a),还可以采用弯头外圆车刀(图 1-1b)。弯头外圆车刀不仅可用来纵车外圆,还可车端面 and 内外倒棱。当加工细长的和刚性不足的轴类工件外圆,或同时加工外圆和凸肩端面时,可以采用主偏角 $\kappa_r = 90^\circ$ 的偏刀(图 1-1c)。

(2) 端面车刀 它专门用来加工工件的端面。一般情况下,这种车刀都是由外圆向中心进给,如图 1-2 所示,取 $\kappa_r \leq 90^\circ$ 。加工带孔工件的端面时,这种车刀也可以由中心向外圆进给。

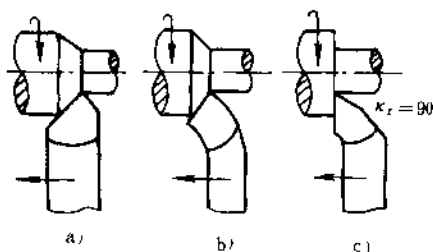


图 1-1 外圆车刀

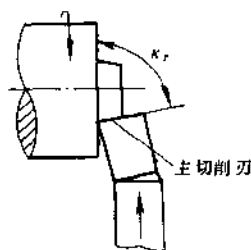


图 1-2 端面车刀

(3) 切断车刀 它专门用于切断工件。这种车刀的工作条件比外圆车刀或端面车刀更为不利。为了能完全切断工件,车刀刀头必须伸出很长(一般应比工件半径约大 5~8mm)。同时,为了减少工件材料消耗,刀头宽度必须在满足其强度要求下,尽可能取得小一些(一般取为 2~6mm)。所以,切断车刀的刀头显得长而狭(图 1-3a),其刚性差,工作时切屑排出困难。为了改善它的工作条件,可以如图 1-3b 所示设计,以加强刀头刚度,并合理选择其几何参数。还可以做成图 1-3c 所示的两个主切削刃,使其在大部分切削刃尚未达到工件中心时就可切断工件。这种刀头型式也有利于车刀切入和分屑排屑。

切槽用的车刀,在形式上类似于切断车刀。其不同点在于,刀头伸出长度和宽度应根据工件上槽的深度和宽度来决定。

以上是常用的三类车刀，它们可以根据具体工作要求，改变主切削刃或刀头相对于车刀刀杆轴线的位置；还可以因切削部分采用的刀具材料不同而有多种结构型式。

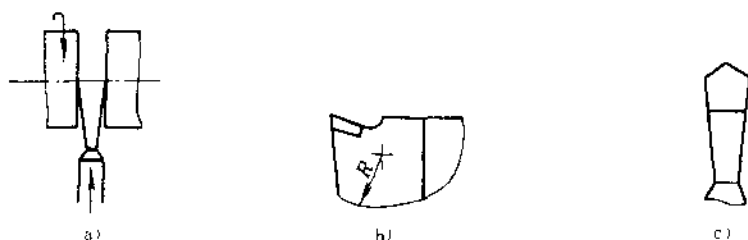


图 1-3 切断车刀

第二节 车刀的结构型式

车刀的结构有多种型式，如整体式高速钢车刀、焊接式硬质合金车刀、机械夹固式硬质合金车刀和金刚石车刀等等，因为硬质合金车刀是现在应用得最为广泛的一种刀具，所以本节将着重介绍它的结构。

一、焊接式硬质合金车刀

这种车刀是将一定形状的硬质合金刀片，用黄铜、紫铜或其它焊料，钎焊在普通结构钢刀杆上而制成的，如图 1-4 所示。由于其结构简单、紧凑，抗振性能好，制造方便，使用灵活，所以用得非常广泛。

但是，这种车刀也存在一些缺点，如刀片较易崩裂、刀片和刀杆材料得不到充分利用、刀杆尺寸大时不便于刃磨等等。将硬质合金刀片焊在刀杆上，由于刀片与刀杆材料的线膨胀系数和导热性能不同，以及焊接和刃磨的高温作用，刀片在冷却时，常常产生内应力，极易产生裂纹，降低了刀片的抗弯强度，这是车刀工作时刀片产生崩刀或打刀的重要原因。

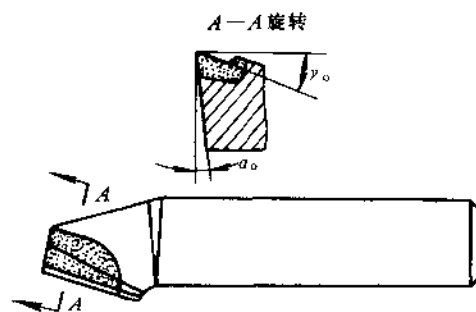


图 1-4 焊接式车刀

焊接式车刀的硬质合金刀片形状和尺寸有统一的标准规格，由专门的硬质合金厂按冶金工业部标准 YB850—75 的规定生产供应。设计和制造这种车刀时，应根据其不同用途，选用合适的硬质合金牌号和刀片形状规格。

车刀刀杆头部应按所选定的刀片形状尺寸作出刀槽，以便放置刀片，进行焊接。但刀槽应该在保证焊接强度的前提下，尽可能选用焊接面较少的槽形，并使车刀刀头具有足够的强度，以减小刀片焊接时的内应力。

二、机械夹固式硬质合金车刀

为了克服焊接式硬质合金车刀所存在的缺点，人们创造和推广使用了机械夹固式结构。将刀片用机械夹固方式装在车刀刀杆上。图 1-5 所示是这类机械夹固刀片结构的一种形式，标准硬质合金刀片是通过螺钉、楔块立装在刀杆上的。立装的刀片在车刀工作时受力状况较好，只需刃磨前刀面，可磨次数增加，提高了刀片利用率。每次刃磨时由刀片下面的螺钉调整其位置。

采用机械夹固硬质合金刀片的结构，其主要优点是刀片可不经高温焊接，避免了因焊接而引起的刀片硬度降低和由内应力导致的裂纹，提高了刀具耐用度；刀杆可以重复使用；刀片的可磨次数多，利用率较高。但是，这种结构的车刀在使用过程中仍需刃磨，还不能完全避免由于刃磨而可能引起的裂纹。

直接夹固硬质合金刀片的结构可以避免焊接裂纹的产生。为了进一步消除刃磨或重磨时内应力可能引起的裂纹，人们又创造了机夹式（即机械夹固式）可转位的不重磨车刀。图 1-6 表示了机夹多边形可转位刀片的车刀结构。带孔的刀片 1 套装在压入刀杆的销轴 2 上，楔块 3 通过螺钉 4 将刀片压向销轴和支承底面而使刀片固定。刀片上的前刀面和断屑槽在压制刀片时已经制出。车刀的工作前角和工作后角，是靠刀片在刀槽中的安装定位来获得的。刀片的每一条边都可作为切削刃。一个切削刃用钝后，可以转动刀片改用另一个新的切削刃工作，直到刀片上所有切削刃均已用钝，刀片就报废回收。更换新刀片后，车刀又可继续工作。

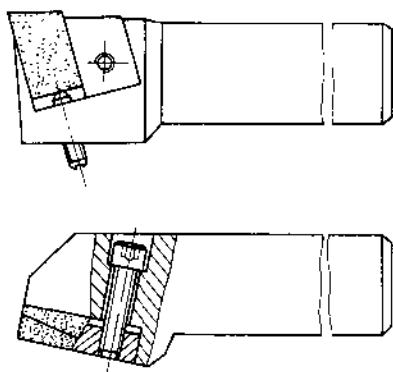


图 1-5 机械夹固式车刀

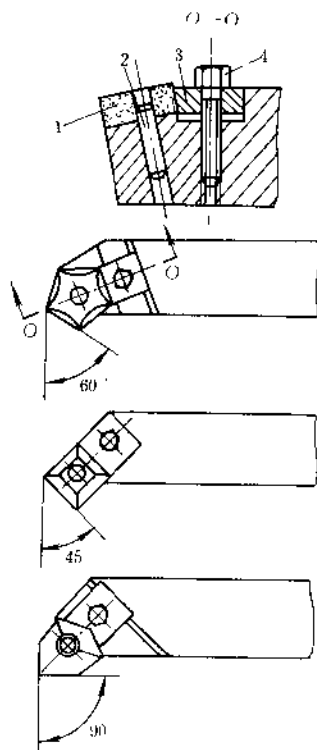


图 1-6 机夹可转位车刀

1—刀片 2—销轴 3—楔块 4—螺钉

显然，这种机夹可转位车刀比焊接式和机械夹固普通硬质合金刀片的车刀，具有下述优点：

- 1) 因为可转位刀片在制造时已经磨好，使用时不必再重磨，也不需焊接，刀片材料能较好地保持原有力学性能、切削性能、硬度和抗弯强度。
- 2) 减少了刃磨、换刀、调刀所需的辅助时间，提高了生产效率。
- 3) 可使用涂层刀片，提高刀具耐用度。

这种型式的车刀，经过工厂长期试用，证明是一种经济效果较好的刀具结构，不仅适用于车刀，在其它刀具上也已推广使用。现在，可转位硬质合金刀片已制订了国家标准，由硬质合金制造厂批量生产。刀片的机械夹固结构，通过推广使用和不断改进，产生了许多新的结构型式。

第三节 可转位刀片夹固的典型结构

图 1-6 所示仅为机夹可转位车刀刀片夹固的一种结构型式,它还有其它不同结构。但其共同特征是通过刀片转位更换新切削刃,而当所有切削刃用钝后,再更换新刀片。正因为如此,刀片的夹固结构就必须满足下列基本要求:

1) 在转换切削刃或更换新刀片后,刀片位置要能保持足够的精度,刀尖位置误差应在零件加工精度允许范围之内。

2) 转换切削刃和更新新刀片要方便、迅速。

3) 刀片夹紧要可靠,应保证切削过程中不致松动而使刀尖移位。但夹紧力也不宜过大,且应分布均匀,以免压碎刀片。夹紧力的方向应将刀片推向定位支承面,并尽可能与切削力方向一致,这样更有利于可靠地夹紧。

为了达到这些要求,首先是刀片制造必须保证一定的互换性;其次是必须严格控制刀杆上刀槽的加工精度,特别是刀片支承定位面的加工精度。此外,还应合理设计夹紧机构,除满足刀片夹紧要求外,它的结构还必须是简单、紧凑的,不致削弱刀杆刚性,而且制造和使用应方便。

可转位刀片的夹紧机构有较多的型式,这里介绍几种常见的结构。

1. 楔销式

图 1-6 所示的就是楔销式的一种结构型式。经过使用后,改进成如图 1-7 所示的结构,楔块上的斜面使刀片压紧在圆柱销上;刀片支承面下加了垫片。这是因为刀槽表面经过加工后不很平整,在刀片下加一硬度较高又较平整的垫片,可以防止刀片受压过大而崩裂,且可保护刀体不致损坏,这个垫片一般就称为刀垫。在楔块下增加一弹簧垫片,以便在松开夹紧螺钉时能及时抬起楔块,避免其被紧锁住而不易松开。这种机构夹紧力大,能可靠地夹紧刀片,且零件少,形状又简单,制造方便,所以用得比较广泛。但它在刀片转位后的刀尖位置精度较差,刀头结构尺寸较大,使用时还要注意切削热会加大楔块、刀片和销轴间的夹紧力,有可能引起刀片碎裂。

2. 偏心销式

如图 1-8 所示,套装刀片用的销轴 1,其下端做成螺杆,上端为与螺杆不同心的偏心圆柱,偏心量为 e 。当螺杆转过一定角度时,偏心圆柱就将刀片 2 压向刀槽两侧支承面而夹紧。螺杆的导程角小,有自锁性,在使用过程中不易因切削力的变化而松动。这种夹紧方式的结构简单,零件少,制造容易,刀头尺寸小,刀片的装卸和转位方便,切屑流出不受阻碍,也不会擦坏夹紧元件。但偏心量的大小要适当。偏心量过大,夹紧的自锁性差,刀片易松动;偏心量过小,则刀片的孔径和位置、刀片的形状和尺寸、刀杆上螺杆孔的制造精度都应有较高的要求,否则就不能夹紧。

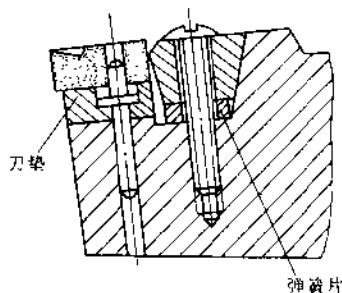


图 1-7 楔销式夹紧

3. 杠杆式

图 1-9 所示的是这种夹紧机构的一种型式。刀片 1 通过杠销 2 和螺钉 5 夹紧。当旋进螺钉

5 时,其锥体部分推压杠销 2 的下端。杠销以其中部的鼓形台阶外圆与弹簧套 4 (或直接与刀杆孔壁) 的接触点作为支点而倾斜,其上端的鼓形台阶就将刀片压向刀槽两侧的支承面,而使刀片夹紧。刀垫 3 用弹簧套 4 定位。松开刀片时,刀垫因弹簧套的张力压住它的孔壁面保持着原来的位置,因而不会松脱。这种杠杆式夹紧机构是靠刀片两个侧面定位的,所以定位精度较高,刀片受力方向较为合理,夹紧可靠,刀头尺寸小,刀片装卸灵活,使用方便。缺点是结构复杂,制造较困难。

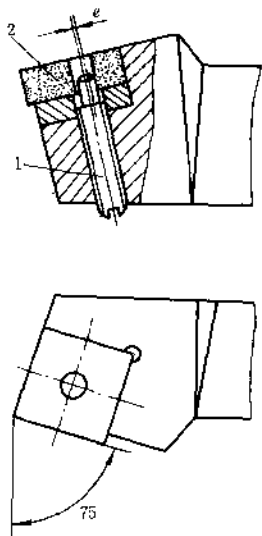


图 1-8 偏心销式夹紧

1—销轴 2—刀片

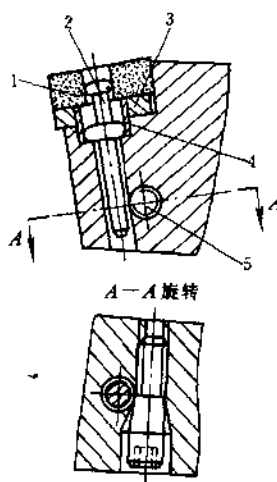


图 1-9 杠杆式夹紧

1—刀片 2—杠销 3—刀垫 4—弹簧套 5—螺钉

第四节 车刀的卷屑断屑结构

硬质合金车刀通常用于高速切削。切削钢料时,形成的带状切屑到处乱窜,或缠绕在工件和车刀上,不仅妨碍工人操作,而且给工人的安全带来严重威胁。这种高速高温的切屑还会损伤工件已加工表面,阻碍切屑的继续流通,甚至会使车刀崩刃。此外,它还占有较大体积,不便于运输,对实现加工自动化也是个障碍。因此,如何断屑,是切削加工中需要研究的重要而又有现实意义的课题。

迄今为止,对卷屑断屑的机理与方法,仍在进行着深入的研究,也提出了许多适应不同加工条件的措施。这些断屑办法虽然很多,但在基本原理上却有共性,即切屑在形成过程中产生很大的塑性变形,紧接着又承受前刀面的摩擦阻力作用,变得既硬又脆,并且产生卷曲,这就是断屑的基本条件。在这个基础上,再使切屑在流出过程中遇到障碍,承受附加的弯曲或冲击载荷而将其折断。

常见的卷屑断屑方法有:

1. 利用合适的刀具几何角度

根据具体加工条件和切削用量,选取合适的刀具几何角度,增加切屑的塑性变形和硬脆性,从而促使切屑卷曲并折断。通常是加大主偏角 κ_r ,采用较小的正前角加上负倒棱,选用小的负刃倾角。用这种方法断屑,不需要其它附加断屑装置。但是必须视具体加工条件(工件

材料、机床性能、切削用量等), 在试验的基础上, 才能确定比较合理的车刀角度, 一般适合于在大批量生产中采用。

2. 磨出断屑台

在车刀前刀面上磨出一定形状的断屑台(图 1-10), 迫使切屑在碰到断屑台时再次经受附加的卷曲变形而折断, 或者在经过断屑台后, 因附加变形而改变切屑流出方向, 碰撞到工件或车刀的后刀面而折断。

图 1-10 所示为断屑台的几何形状。它由前刀而后的一段圆弧 R_n 所构成。主要尺寸参数有圆弧半径 R_n 、槽宽 W_n 、楔角 σ 和斜角 τ , 其中 R_n 约为 $0.25 \sim 0.75\text{mm}$ 。楔角 σ 的大小对切屑的卷曲变形影响很大。 σ 角大, 则切屑卷曲半径小, 变形大。一般 σ 角可在 $65^\circ \sim 75^\circ$ 间选取。前角 γ 大时, 切屑的基本变形小, σ 角应取得大些。

斜角 τ 对切屑的形状和流出方向有影响。如图 1-10 所示, $\tau > 0$, 刀尖处槽宽 W_n 较大, 车削时对应工件外圆处的槽宽较窄, 且此处切屑卷曲半径小而变形大, 故切屑向车刀的后刀面翻转而碰断。一般取 $\tau = 5^\circ \sim 15^\circ$ 。当背吃刀量 a_p 大时, 可取 $\tau = 0^\circ$, 断屑台的槽宽沿主切削刃是相等的, 这时切屑卷曲后大多是碰在工件加工表面而折断。倒斜式断屑台(即斜角 τ 方向相反, 刀尖处槽宽最窄)在生产中也有采用, 但其断屑范围较窄, 常用于精车和半精车。

槽宽 W_n 的大小影响切屑卷曲变形的程度。 W_n 值太小, 切屑卷曲变形大, 短面碎, 容易飞溅; W_n 过大, 切屑变形小, 不易折断, 则起不到断屑作用。选取 W_n 值时要考虑进给量 f 和背吃刀量 a_p 的大小。 f 大或 a_p 大时, 槽宽 W_n 应取得较大。通常 W_n 在 $2 \sim 6\text{mm}$ 范围内选取。

3. 采用卷屑槽断屑

如图 1-11 所示, 在车刀前刀面上沿主切削刃磨出卷屑槽。槽底呈圆弧形, 切屑流过时可迫使其卷曲乃至折断。这样的槽形可获得较大的前角而不至于削弱切削刃的强度。为了可靠地卷屑和断屑, 应使卷屑槽尽可能靠近切削刃, 只留出很狭的倒棱。槽宽 W_n 、槽底圆弧半径 R_n 和倒棱宽度 b_{cl} 等尺寸的选取要和切削用量相适应。例如当进给量 $f = 0.3 \sim 0.5\text{mm/r}$, 背吃刀量 $a_p = 2 \sim 7\text{mm}$ 时, 可取 $W_n = 3 \sim 5\text{mm}$, $R_n = 2 \sim 4\text{mm}$, $b_{cl} = 0.3 \sim 0.5\text{mm}$ 。 W_n 和 R_n 的取值应保证车刀得到必要的前角。

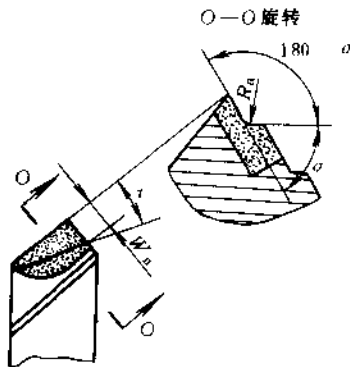


图 1-10 断屑台

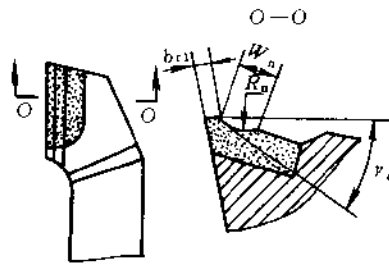


图 1-11 卷屑槽

断屑台和卷屑槽在焊接式车刀上采用较为广泛, 使用时可按具体加工条件磨出合适的参数。但它们对加工条件(主要是进给量和背吃刀量)的变化适应范围较窄, 一旦切削用量有了变化, 必须重新磨出相应尺寸参数的断屑台或卷屑槽, 才有可能保证断屑, 这就增加了硬

质合金的消耗。从这个意义上说,按国家标准GB2079-80规定压制有不同断屑槽形和尺寸参数的可转位刀片就具有明显的优点,因为它可以根据改变了的切削用量重新选用合适的刀片。

第五节 车刀不同剖面中的角度换算

关于车刀在不同参考系中的标注角度,在《金属切削原理》中已有了详细叙述。由于在刀具设计、制造、刃磨和检验中常常需要对不同参考系内的标注角度进行换算,因此还有必要了解切削刃上某一定点的正交平面、法平面、切深方向剖面^①和进给方向剖面^②内角度间的关系。为此,作出互相垂直的三个平面(图1-12,图中未标出某一定点);平面 p_s 代表切削平面;平面 p_o 代表平行于主切削刃上某一定点处的正交平面的一个平面;平面 p_r 代表平行于该定点处的基面的一个平面。

图1-12中的三角形 $\triangle ABC$ 代表车刀前刀面的一部分, $\overline{AB}$ 是主切削刃, A 是刀尖; $\overline{AC}$ 是前刀面在平面 p_o 上的截线(它不是副切削刃); $\overline{BC}$ 是前刀面与平面 p_r 的交线。直角三角形 $\triangle FQD$ 是通过主切削刃上任意点 F 的正交平面,它与平面 p_r 内的三角形 $\triangle AOC$ 平行而且相似;直角三角形 $\triangle EQD$ 是通过主切削

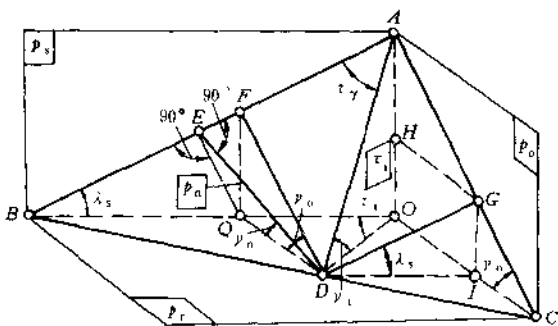


图1-12 车刀头部几个平面和角度的示意图

刃上另一点 E 并垂直于主切削刃的平面,即法平面 p_n ;直角三角形 $\triangle AOD$ 是通过刀尖 A 点的任意剖面,它也垂直于平面 p_r ,而且与平面 p_s 夹成任意角度 τ_1 ,所以用符号 p_1 表示。

图中还表示了主切削刃的刃倾角 λ_s ,正交平面内的前角 γ_o ,法平面内的前角 γ_n 以及任意剖面内的前角 γ 。

对于直线切削刃,前刀面与后刀面都是平面。通过切削刃上各点作正交平面、法平面以及与 p_s 面夹成 τ_1 角的任意剖面,则同类的各剖面中的截面都是平行而相似的,因而其中的几何角度也是相同的。根据这一原理,在图1-12中虽是通过主切削刃上任意三点 F 、 E 和 A 作正交平面、法平面和任意剖面来分析几何角度的,但这并不影响对主切削刃上某一定点的几何角度进行分析。

当研究曲线形切削刃上某一定点的几何角度时,就不可通过该切削刃任意其它点作上述各剖面来分析问题。这时应把该定点邻域内的切削刃看作是在切线方向的一条无穷短的直线。因此,当已知曲线形切削刃在该点的切线方向以及前、后刀面在该点的切平面方向,则按上述原理来分析曲线形切削刃上某一定点的几何角度就仍然是正确的。

下面讨论车刀上各主要角度的关系。

(1) 法平面与正交平面内前、后角的关系 由图1-12可知, $\triangle EQD$ 和 $\triangle FQD$ 都是直角三角形,所以

$$\operatorname{tg} \gamma_n = \frac{\overline{QE}}{\overline{QD}} \quad \operatorname{tg} \gamma_o = \frac{\overline{QF}}{\overline{QD}}$$

① 即国家标准GB/T12204-90中的背平面 p_o ($p-p$ 剖面)。

② 即国家标准GB/T12204-90中的假定工作平面 p_1 ($F-F$ 剖面)。

因此

$$\frac{\operatorname{tg} \gamma_n}{\operatorname{tg} \gamma_o} = \frac{\overline{QE}}{\overline{QD}} \frac{\overline{QD}}{\overline{QF}} = \frac{\overline{QE}}{\overline{QF}} = \cos \lambda_o$$

故

$$\operatorname{tg} \gamma_n = \operatorname{tg} \gamma_o \cos \lambda_o \quad (1-1)$$

为了证明法平面与正交平面内后角的关系, 可以设想图 1-12 中的三角形 ABC 是后刀面, 则 $\angle QED$ 就成为法平面内的后角 α_n , 而 $\angle QFD$ 就成为正交平面内的后角 α_o , 这样

$$\operatorname{tg} \alpha_o = \frac{\overline{QD}}{\overline{QF}} \quad \operatorname{tg} \alpha_n = \frac{\overline{QD}}{\overline{QE}}$$

所以

$$\frac{\operatorname{tg} \alpha_o}{\operatorname{tg} \alpha_n} = \frac{\overline{QD}}{\overline{QF}} \frac{\overline{QE}}{\overline{QD}} = \frac{\overline{QE}}{\overline{QF}} = \cos \lambda_o$$

故

$$\operatorname{tg} \alpha_n = \frac{\operatorname{tg} \alpha_o}{\cos \lambda_o} \quad (1-2)$$

(2) 任意剖面与正交平面内前、后角关系 由图 1-12 可知, $\triangle AOD$ 为直角三角形, 所以

$$\operatorname{tg} \gamma_i = \frac{\overline{AO}}{\overline{DO}} = \frac{\overline{AH} + \overline{HO}}{\overline{DO}}$$

但因

$$\begin{aligned} \overline{AH} &= \overline{HG} \operatorname{tg} \gamma_o = \overline{OI} \operatorname{tg} \gamma_o \\ \overline{HO} &= \overline{GI} = \overline{DI} \operatorname{tg} \lambda_o \end{aligned}$$

所以

$$\operatorname{tg} \gamma_i = \frac{\overline{OI} \operatorname{tg} \gamma_o + \overline{DI} \operatorname{tg} \lambda_o}{\overline{DO}}$$

又因

$$\frac{\overline{OI}}{\overline{DO}} = \sin \tau_i \quad \frac{\overline{DI}}{\overline{DO}} = \cos \tau_i$$

所以

$$\operatorname{tg} \gamma_i = \operatorname{tg} \gamma_o \sin \tau_i + \operatorname{tg} \lambda_o \cos \tau_i \quad (1-3)$$

用同样的方法可以得出任意剖面内的后角 α_i 为

$$\operatorname{ctg} \alpha_i = \operatorname{ctg} \alpha_o \sin \tau_i + \operatorname{tg} \lambda_o \cos \tau_i \quad (1-4)$$

如果主、副切削刃是在同一个平面型的前刀面上, 则利用式 (1-3) 可以求得副切削刃的前角 γ_o' 和刃倾角 λ_o' 。设刀尖角为 ϵ_r (图 1-13), 则当 $\tau_i = \epsilon_r - 90^\circ$ 时, 由式 (1-3) 可得

$$\operatorname{tg} \gamma_o' = -\operatorname{tg} \gamma_o \cos \epsilon_r + \operatorname{tg} \lambda_o \sin \epsilon_r \quad (1-5)$$

而当 $\tau_i = \epsilon_r$ 时, 由式 (1-3) 可得

$$\operatorname{tg} \lambda_o' = \operatorname{tg} \gamma_o \sin \epsilon_r + \operatorname{tg} \lambda_o \cos \epsilon_r \quad (1-6)$$

(3) 切深方向剖面 and 进给方向剖面内的前后角关系 车刀上的切深方向剖面 and 进给方向剖面内的前、后角可以利用式 (1-3) 和式 (1-4) 求得

令 $\tau_i = 90^\circ - \kappa_r$, 得切深方向前角 γ_p 和切深方向后角 α_p 为

$$\operatorname{tg} \gamma_p = \operatorname{tg} \gamma_o \cos \kappa_r + \operatorname{tg} \lambda_o \sin \kappa_r \quad (1-7)$$

$$\operatorname{ctg} \alpha_p = \operatorname{ctg} \alpha_o \cos \kappa_r + \operatorname{tg} \lambda_o \sin \kappa_r \quad (1-8)$$

令 $\tau_i = 180^\circ - \kappa_r$, 得进给方向前角 γ_f 和进给方向后角 α_f 为

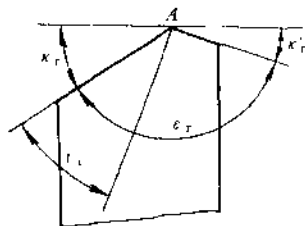


图 1-13 基面内的投影角

$$\operatorname{tg} \gamma_i = \operatorname{tg} \gamma_o \sin \kappa_r - \operatorname{tg} \lambda_o \cos \kappa_r \quad (1-9)$$

$$\operatorname{ctg} \alpha_i = \operatorname{ctg} \alpha_o \sin \kappa_r - \operatorname{tg} \lambda_o \cos \kappa_r \quad (1-10)$$

若已知 γ_o 、 γ_i 和 κ_r ，则由式 (1-7) 和式 (1-9) 可以反过来求主切削刃的前角 γ_o 和刃倾角 λ_o

$$\operatorname{tg} \gamma_o = \operatorname{tg} \gamma_p \cos \kappa_r + \operatorname{tg} \gamma_i \sin \kappa_r \quad (1-11)$$

$$\operatorname{tg} \lambda_o = \operatorname{tg} \gamma_i \cos \kappa_r - \operatorname{tg} \gamma_p \sin \kappa_r \quad (1-12)$$

同样，若已知 α_p 、 α_i 和 κ_r ，则由式 (1-8) 和式 (1-10) 可以反过来计算主切削刃的后角 α_o 和刃倾角 λ_o

$$\operatorname{ctg} \alpha_o = \operatorname{ctg} \alpha_p \cos \kappa_r + \operatorname{ctg} \alpha_i \sin \kappa_r \quad (1-13)$$

$$\operatorname{tg} \lambda_o = \operatorname{ctg} \alpha_p \sin \kappa_r - \operatorname{ctg} \alpha_i \cos \kappa_r \quad (1-14)$$

(4) 前刀面上的角度 τ_r 与它在基面上的投影角度 τ_i 的关系 在图 1-12 中，任意剖面 p_i 与前刀面的交线为 $\overline{AD}$ 。设此直线与主切削刃 $\overline{AB}$ 之间的夹角为 τ_r ，则 τ_r 在基面上的投影角为 τ_i ，它们之间的关系可求之如下。由图 1-12， $\triangle AED$ 是直角三角形， $\angle AED = 90^\circ$ ，所以

$$\operatorname{ctg} \tau_r = \frac{\overline{EA}}{\overline{ED}} = \frac{\overline{EF} + \overline{FA}}{\overline{QD}} = \cos \gamma_o \frac{\overline{EF} + \overline{FA}}{\overline{QD}}$$

但因

$$\begin{aligned} \overline{EF} &= \overline{FQ} \sin \lambda_o = \overline{QD} \operatorname{tg} \gamma_o \sin \lambda_o \\ \overline{FA} &= \overline{QO} / \cos \lambda_o \end{aligned}$$

所以

$$\operatorname{ctg} \tau_r = \cos \gamma_o \left(\operatorname{tg} \gamma_o \sin \lambda_o + \frac{\overline{QO}}{\overline{QD}} \frac{1}{\cos \lambda_o} \right) \quad (1-15)$$

又因

$$\cos \gamma_o = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \gamma_o}} = \frac{1}{\sqrt{1 + (\operatorname{tg} \gamma_o \cos \lambda_o)^2}} \quad (1-16)$$

以及

$$\frac{\overline{QO}}{\overline{QD}} = \operatorname{ctg} \tau_i \quad (1-17)$$

将式 (1-16) 和式 (1-17) 代入式 (1-15)，整理后即得

$$\operatorname{ctg} \tau_r = [\operatorname{ctg} \tau_i \sqrt{1 + (\operatorname{tg} \gamma_o \cos \lambda_o)^2} - \operatorname{tg} \gamma_o \sin \lambda_o] \cos \lambda_o \quad (1-18)$$

(5) 最大前角 γ_g 与最小后角 α_b 在研究刀具及其切削规律，例如研究控制切屑在前刀面上的流出方向及研究后刀面与切削表面的相对运动摩擦方向等问题时，就需要知道最大前角 γ_g 和最小后角 α_b 。此外，刃磨刀具时，有时也要用到最大前角来进行装夹调整。

γ_g 和 α_b 仍用前述角度关系求出。对式 (1-3) 微分求 γ_i 的极值，可得

$$\operatorname{tg} \gamma_g = \sqrt{\operatorname{tg}^2 \gamma_o + \operatorname{tg}^2 \lambda_o} = \sqrt{\operatorname{tg}^2 \gamma_i + \operatorname{tg}^2 \gamma_p} \quad (1-19)$$

最大前角 γ_g 所在的剖面与切削平面 p_s 之间的夹角 τ_g 为

$$\operatorname{tg} \tau_g = \operatorname{tg} \gamma_o / \operatorname{tg} \lambda_o \quad (1-20)$$

同理，对式 (1-4) 微分求 α_i 的极值，可得

$$\operatorname{ctg} \alpha_b = \sqrt{\operatorname{ctg}^2 \alpha_o + \operatorname{tg}^2 \lambda_o} = \sqrt{\operatorname{ctg}^2 \alpha_i + \operatorname{ctg}^2 \alpha_p} \quad (1-21)$$

最小后角 α_b 所在的剖面与切削平面 p_s 之间的夹角 τ_b 为

$$\operatorname{ctg} \tau_b = \operatorname{tg} \lambda_o \operatorname{tg} \alpha_o \quad (1-22)$$

第六节 机夹可转位车刀的刀槽设计计算

一、设计刀槽的要求

机夹可转位车刀不仅应该满足刀片夹紧的要求,而且必须保证刀片的位置精度,使车刀获得所需的切削角度。很显然,车刀根据其使用要求选定的切削角度,是靠刀片和刀杆上刀槽的几何参数综合结果而得到的。因此,机夹可转位车刀的刀槽设计计算任务,就是根据车刀所需的切削角度以及硬质合金刀片的参数来确定刀杆上刀槽的几何参数,以便加工出刀片的支承面,使刀片夹固在刀槽上就能保证车刀得到它所需的切削角度。由此可见,设计刀槽之前必须首先知道车刀和刀片的几何参数,并弄清楚它们之间的相互关联。

车刀的几何参数是根据加工要求事先予以选定的,它们是前角 γ_0 、后角 α_0 、刃倾角 λ 、主偏角 κ_r 、副偏角 κ'_r 和刀尖角 ϵ_r 。

刀片也应根据车刀的需要选定合适的形状和型号。在国家标准 GB2078—80 中规定,可转位刀片有正三角形、凸三边形、正方形、正五角形、圆形等许多种型号。图 1-14 表示了常用的正方形和正三角形刀片。正方形刀片有 4 条可供使用的主切削刃,它们位于同一平面内,这个平面称为刀片的基面,以 p_{rb} 表示。一般 p_{rb} 平行于刀片底面。正三角形刀片也一样,它的 3 条主切削刃也同在一个基面内。通过切削刃并与刀片基面 p_{rb} 垂直的平面,称为刀片的切削平面,以 p_{cb} 表示。刀片的前刀面和后刀面则分别以 A_f 和 A_b 表示,它们也将是整个车刀的前刀面和后刀面。

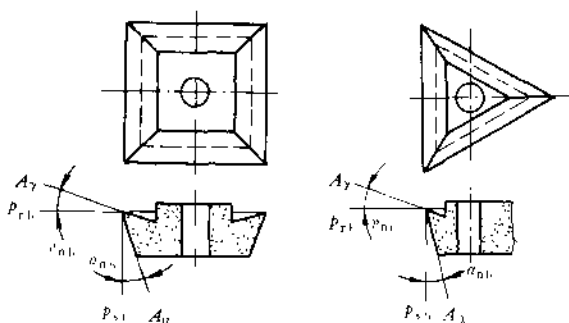


图 1-14 常用的可转位刀片

刀片上每条切削刃的前角和后角都是相同的。图 1-14 中表示了刀片上切削刃的法前角 γ_{nb} 和法后角 α_{nb} ,其刃倾角 λ_{nb} 一般等于零度(也有 $\alpha_{nb}=0$, $\lambda_{nb}\neq 0$ 的)。当刀片安装到刀杆的刀槽上后,因为刀片的基面不平行于车刀的基面,因而刀片的法前角 γ_{nb} 、法后角 α_{nb} 、刃倾角 λ_{nb} 和刀尖角 ϵ_{nb} ,与车刀上相对应的角度 γ_n 、 α_n 、 λ_n 和 ϵ_r 是不相等的。

车刀刀杆上的刀槽(图 1-15),其形状与车刀头部一样。它也有正交平面内前角 γ_{og} 、刃倾角 λ_n 、主偏角 κ_{rg} 、副偏角 κ'_{rg} 、刀尖角 ϵ_{rg} 等。刀槽的前刀面就是刀片的支承面,它的形状和大小同刀片底面的完全一样。刀片的底面与其基面 p_{rb} 是平行的,因此,当刀片的 $\lambda_{nb}=0$ 时,它的主、副切削刃就分别平行于刀槽的主、副切削刃,而刀槽前刀面上的刀尖角也就等于刀片的刀尖角 ϵ_{nb} 。这个 ϵ_{nb} 角在车刀基面上的投影角就是刀槽的刀尖角 ϵ_{rg} 。刀槽的刀尖角 ϵ_{rg} 则应等于车刀的刀尖角 ϵ_r 。

在车刀主切削刃的法平面内,刀槽、刀片和车刀三者的前、后角(图 1-16)有如下关系

$$\gamma_{nb} = \gamma_n - \gamma_{ng} \quad (1-23)$$

$$\alpha_n = \alpha_{nb} + \alpha_{nset} \quad (1-24)$$

式中 γ_{ng} — 刀槽前刀面的法前角(图中表示的是其负值);

α_{nset} — 刀片的法向安装后角。

由图 1-16 可知, 车刀基面 p_r 与其切削平面 p_s 互相垂直, 刀片基面 p_{rb} 与其切削平面 p_{sb} 也互相垂直, 所以

$$\alpha_{nec} = -\gamma_{ng} \quad (1-25)$$

代入式 (1-24) 得

$$\alpha_n = \alpha_{nb} - \gamma_{ng} \quad (1-26)$$

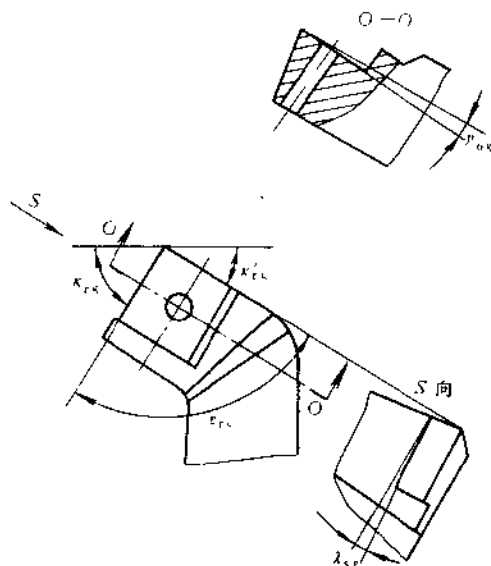


图 1-15 刀杆上的刀槽

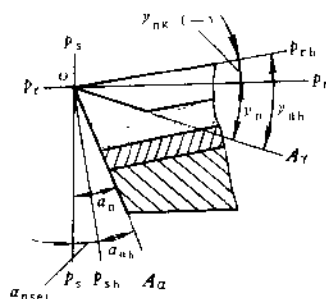


图 1-16 法平面内的角度

二、刀槽的设计计算

刀槽的设计计算就是要求出刀槽的主偏角 κ_{rg} 、刃倾角 λ_{rg} 、正交平面内前角 γ_{og} 、刀尖角 ϵ_{rg} 和副偏角 κ'_{rk} 。同时还要验算车刀的主后角 α_o 和副后角 α'_o 。

刀槽设计前的已知条件是: 车刀的主偏角 κ_r 、刃倾角 λ_s 、正交平面内前角 γ_o 和刀片的刀尖角 ϵ_{rb} 、法前角 γ_{nb} 、法后角 α_{nb} , 并且设 $\alpha_{nb} > 0$, 而刀片刃倾角 $\lambda_{nb} = 0$ 。

下面来说明刀槽的设计计算方法:

1. 刀槽的主偏角 κ_{rg} 和刃倾角 λ_{rg}

由于刀槽前刀面的形状和大小完全同刀片底面一样, 而且互相重合, 又因刀片的基面平行于刀片的底面, 刀片的刃倾角 $\lambda_{nb} = 0$, 所以刀片的主、副切削刃分别平行于刀槽的主、副切削刃, 因而刀槽前刀面的主偏角 κ_{rg} 应等于车刀所需的主偏角 κ_r , 即

$$\kappa_{rg} = \kappa_r \quad (1-27)$$

而刀槽前刀面的刃倾角 λ_{rg} 也应等于车刀的刃倾角 λ_s , 即

$$\lambda_{rg} = \lambda_s \quad (1-28)$$

这样才能保证刀片安装在刀槽上后, 使车刀得到所需的刃倾角 λ_s 。

2. 刀槽前刀面在其正交平面内的前角 γ_{og}

由式 (1-1) 已知

$$\tan \gamma_n = \tan \gamma_o \cos \lambda_s$$

刀槽前刀面上也有同样的关系, 即

$$\operatorname{tg} \gamma_{ng} = \operatorname{tg} \gamma_{og} \cos \lambda_s = \operatorname{tg} \gamma_{og} \cos \lambda_s$$

所以

$$\operatorname{tg} \gamma_{og} = \operatorname{tg} \gamma_{ng} / \cos \lambda_s \quad (1-29)$$

式中 γ_{og} 可由式 (1-23) 求得

$$\gamma_{ng} = \gamma_n - \gamma_{nb}$$

因此

$$\operatorname{tg} \gamma_{ng} = \operatorname{tg} (\gamma_n - \gamma_{nb}) = \frac{\operatorname{tg} \gamma_n - \operatorname{tg} \gamma_{nb}}{1 + \operatorname{tg} \gamma_n \operatorname{tg} \gamma_{nb}} \quad (1-30)$$

将式 (1-30) 代入式 (1-29), 整理后即得

$$\operatorname{tg} \gamma_{og} = \frac{\operatorname{tg} \gamma_n - \frac{\operatorname{tg} \gamma_{nb}}{\cos \lambda_s}}{1 + \operatorname{tg} \gamma_n \operatorname{tg} \gamma_{nb} \cos \lambda_s} \quad (1-31)$$

3. 刀槽的刀尖角 ϵ_{rg}

前已述及, 刀槽前刀面上的刀尖角等于刀片的刀尖角 ϵ_{rb} , 而刀槽的刀尖角 ϵ_{rg} , 就是 ϵ_{rb} 在车刀基面 p_r 上的投影角。为了求得 ϵ_{rg} , 可以参照图 1-12, 利用式 (1-18), 将式中的 τ_r 、 τ_i 和 γ_o 分别换成 ϵ_{rb} 、 ϵ_{rg} 和 γ_{og} , 则得

$$\operatorname{ctg} \epsilon_{rg} = [\operatorname{ctg} \epsilon_{rb} \sqrt{1 + (\operatorname{tg} \gamma_{og} \cos \lambda_s)^2} - \operatorname{tg} \gamma_{og} \sin \lambda_s] \cos \lambda_s \quad (1-32)$$

4. 刀槽的副偏角 κ'_{rg}

因 κ_{rg} 和 ϵ_{rg} 已在前面求得, 故

$$\kappa'_{rg} = 180^\circ - \kappa_{rg} - \epsilon_{rg} \quad (1-33)$$

三、验算主后角 α_o 和副后角 α'_o

按上面计算得到的刀槽参数做成刀槽, 并将刀片安装在刀槽的前刀面上, 这时车刀的实际主后角 α_o 和副后角 α'_o 是否适当, 尚需进行验算。如果验算的结果表明它们太小或太大, 则需改变原来选择的参数, 并重新设计。

1. 验算主后角 α_o

由式 (1-2) 已知

$$\operatorname{tg} \alpha_o = \operatorname{tg} \alpha_n \cos \lambda_s$$

式中的 α_n 可由式 (1-26) 写成

$$\operatorname{tg} \alpha_n = \frac{\operatorname{tg} \alpha_{nb} - \operatorname{tg} \gamma_{ng}}{1 + \operatorname{tg} \alpha_{nb} \operatorname{tg} \gamma_{ng}} \quad (1-34)$$

又已知

$$\operatorname{tg} \gamma_{ng} = \operatorname{tg} \gamma_{og} \cos \lambda_s \quad (1-35)$$

将式 (1-34) 和式 (1-35) 代入式 (1-2), 便得到

$$\operatorname{tg} \alpha_o = \frac{(\operatorname{tg} \alpha_{nb} - \operatorname{tg} \gamma_{og} \cos \lambda_s) \cos \lambda_s}{1 + \operatorname{tg} \alpha_{nb} \operatorname{tg} \gamma_{og} \cos \lambda_s} \quad (1-36)$$

2. 验算副后角 α'_o

验算 α'_o 的方法和验算 α_o 相同, 只需将式 (1-36) 中的 γ_{og} 换成副切削刃的 γ'_{og} , 并把 λ_s 换成副切削刃的 λ'_s , 即

$$\operatorname{tg} \alpha'_o = \frac{(\operatorname{tg} \alpha_{nb} - \operatorname{tg} \gamma'_{og} \cos \lambda'_s) \cos \lambda'_s}{1 + \operatorname{tg} \alpha_{nb} \operatorname{tg} \gamma'_{og} \cos \lambda'_s} \quad (1-37)$$

上式中的 γ'_{og} 和 λ'_s 可利用式 (1-5) 和式 (1-6) 求得, 只需将此二式中的 γ_o 换成 γ'_{og} , ϵ_r 换成 ϵ_{rg} , 即

$$\operatorname{tg} \gamma'_{og} = -\operatorname{tg} \gamma_{og} \cos \epsilon_{rg} + \operatorname{tg} \lambda_s \sin \epsilon_{rg} \quad (1-38)$$

$$\operatorname{tg} \lambda'_s = \operatorname{tg} \gamma_{og} \sin \epsilon_{rg} + \operatorname{tg} \lambda_s \cos \epsilon_{rg} \quad (1-39)$$

为了使刀杆的后刀面与刀片的后刀面平齐,在制造刀杆时,其主后角和副后角就直接取为 α_0 和 α'_0 。

复 习 思 考 题

1-1 从冶金工业部标准 YB850—75 中查出硬质合金刀片 A312Z 型的尺寸和使用范围(参考硬质合金厂产品目录)。

1-2 从国家标准 GB2078—80 中查出凸三边形可转位刀片的型号、规格及尺寸代号与使用范围。

1-3 列举几种在生产中实际采用的普通机夹硬质合金车刀和可转位车刀的结构(可参阅有关杂志和资料)。

1-4 介绍一种能在既定条件下实现断屑的车刀断屑参数或装置,并作适当分析。

1-5 设计机夹可转位车刀的刀槽时,若刀片的 $\lambda_{ob}=0$,初步选取的车刀和刀片参数为 κ_r 、 λ_o 、 α_o 、 ϵ_{rb} 、 γ_{nb} 、 α_{nb} ,怎样计算刀槽的 κ'_{r2} 、 λ_{o2} 、 γ_{o2} 、 ϵ_{r2} 、 κ'_{r2} ,以及怎样验算车刀的 γ_o 和 α'_o ?

1-6 设计机夹可转位车刀的刀槽时,若刀片的 $\lambda_{ob} \neq 0$,则当已知车刀和刀片的参数为 κ_r 、 λ_o 、 γ_o 、 ϵ_{rb} 、 γ_{nb} 、 α_{nb} 时,怎样计算刀槽的 κ'_{r2} 、 λ_{o2} 、 γ_{o2} 、 ϵ_{r2} 、 κ'_{r2} ,以及怎样验算车刀的 γ_o 和 α_o ?

参 考 文 献

- 1 陶乾。金属切削原理。北京:机械工业出版社,1965
- 2 陈日曜主编。金属切削原理。北京:机械工业出版社,1985
- 3 华南工学院,甘肃工业大学主编。金属切削原理及刀具设计(下册)。上海:上海科学技术出版社,1981
- 4 乐兑谦主编。金属切削刀具。北京:机械工业出版社,1985
- 5 袁哲俊主编。金属切削刀具。上海:上海科学技术出版社,1985
- 6 Родин П. Р. Металлорежущие Инструменты. МАШИНИЗ, 1979

第二章 成形车刀

第一节 成形车刀的种类和用途

成形车刀又称样板刀，它是加工回转体成形表面的专用刀具，它的切削刃形状是根据工件的廓形设计的。成形车刀主要用于大量生产，在半自动或自动车床上加工内、外回转体的成形表面。当生产批量较小时，也可在普通车床上加工成形表面。采用成形车刀可保证稳定的加工质量（加工精度可达IT9~10级，表面粗糙度 R_a 可达 $2.5\sim 10\mu\text{m}$ ）；生产率较高（因为只经过一个切削行程就可切出所需要的成形表面）；刀具的可重磨次数多，使用期限长。但成形车刀的设计、计算和制造比较麻烦，制造成本也较高，一般是在成批、大量生产中使用。目前多在纺织机械厂、汽车厂、拖拉机厂、轴承厂等工厂中使用。

成形车刀的种类很多，也有不同的分类方法。若按刀具本身的结构和形状分，有平体、棱体和圆体三种；若按进给方向分，则有沿工件径向进给的和切向进给的两种。最常见的是下述三种径向进给的成形车刀：

(1) 平体成形车刀 如图2-1所示，其外形为平条状，只能用来加工外成形表面。例如螺纹车刀和铲制成形铣刀用的铲刀，就属于平体成形车刀。

(2) 棱体成形车刀 如图2-2所示，其外形呈棱柱状，也只能用来加工外成形表面，可重磨次数较平体成形车刀的多。

(3) 圆体成形车刀 如图2-3所示，其本身就是一个回转体，与前两种成形车刀相比，它的可重磨次数更多。它可用来加工内、外成形表面的工件，制造也较方便，因而用得较多。

除上述的径向进给成形车刀外，还有切向进给的成形车刀，如图2-4所示。它适用于加工细长杆或刚性较差的外成形表面。切削时，切削刃沿工件表面的切线方向切入工件。切削刃相对于工件有较大的倾斜角，所以它不是全部同时参加切削工作，而是分先后逐渐切入和切出，始终只有一小段切削刃在工作，从而减小了切削力。但切削行程较长，生产率较低。

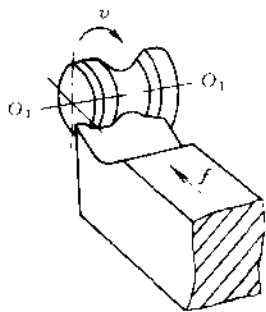


图 2-1 平体成形车刀

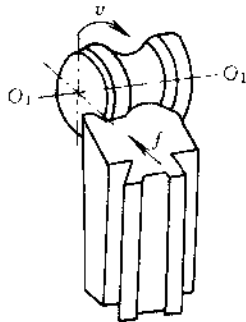


图 2-2 棱体成形车刀

各种成形车刀加工时,必须根据加工的具体情况采用合适的“刀夹”,把成形车刀装夹在正确的工作位置上。

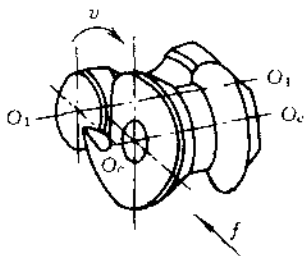


图 2-3 圆体成形车刀

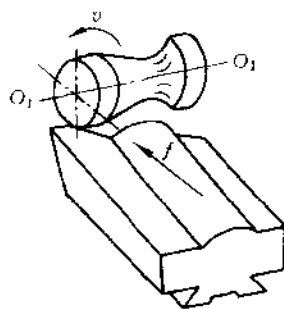


图 2-4 切向进给成形车刀

第二节 径向成形车刀的前角和后角

成形车刀的前角和后角的作用和选择原则,基本上与普通车刀相同。但成形车刀在安装前,需预先按名义前角和后角之和 ($\epsilon = \gamma_t + \alpha_t$) 在刀具上磨出 ϵ 角,如图 2-5a、b 所示。当刀具安装在刀夹中,并使切削刃上的基准点与工件中心等高时,才能得到规定的名义前角 γ_t 和后角 α_t 的数值,如图 2-6、图 2-7 所示。

成形车刀的切削刃形状,较为复杂,有直线部分,也有曲线部分,而且切削刃上各处的正交平面都不相同。成形车刀的名义切削角度规定在其进给方向的剖面(即垂直于工件轴线的剖面)内,如图 2-6、图 2-7 中的 α_t 、 β_t 和 γ_t 。

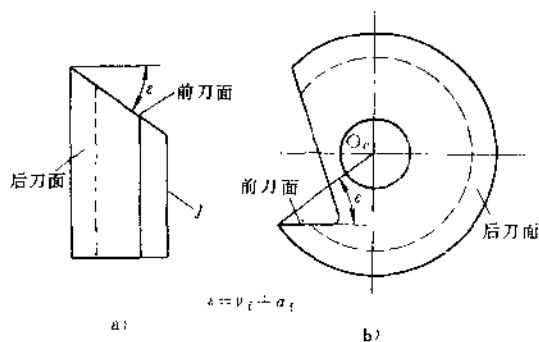


图 2-5 安装前的棱体和圆体成形车刀

a) 棱体成形车刀 b) 圆体成形车刀

一、径向棱体成形车刀的前角和后角

如图 2-6 所示,棱体成形车刀的前刀面是平面,后刀面是成形柱面。这种成形车刀是靠燕尾(参阅图 2-5 和图 2-6)夹持在刀夹内的。刀具夹紧后,夹持定位基准面(J)倾斜成一个角度 α_t 。切削时,将切削刃上的基准点(点 1)调整到与工件中心等高。于是,成形车刀后刀面的直母线与过点 1 的切削平面 p_s 之间的夹角 α_t ,就是棱体成形车刀在点 1 处的名义后角。

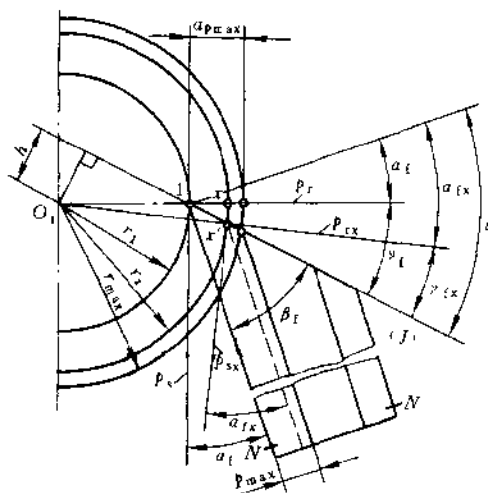


图 2-6 径向棱体成形车刀的前角和后角

而前刀面与点1的基面 p_t 之间的夹角 γ_t ，就是点1处的名义前角。在棱体成形车刀的进给方向剖面内，前刀面与垂直于后刀面直母线的平面之间的夹角 ε ，就等于 $(\alpha_t + \gamma_t)$ ；前刀面与后刀面直母线间的夹角（即楔角） $\beta_t = 90^\circ - \alpha_t - \gamma_t$ 。制造或重磨成形车刀的前刀面时，就需按 β_t 角来磨制。

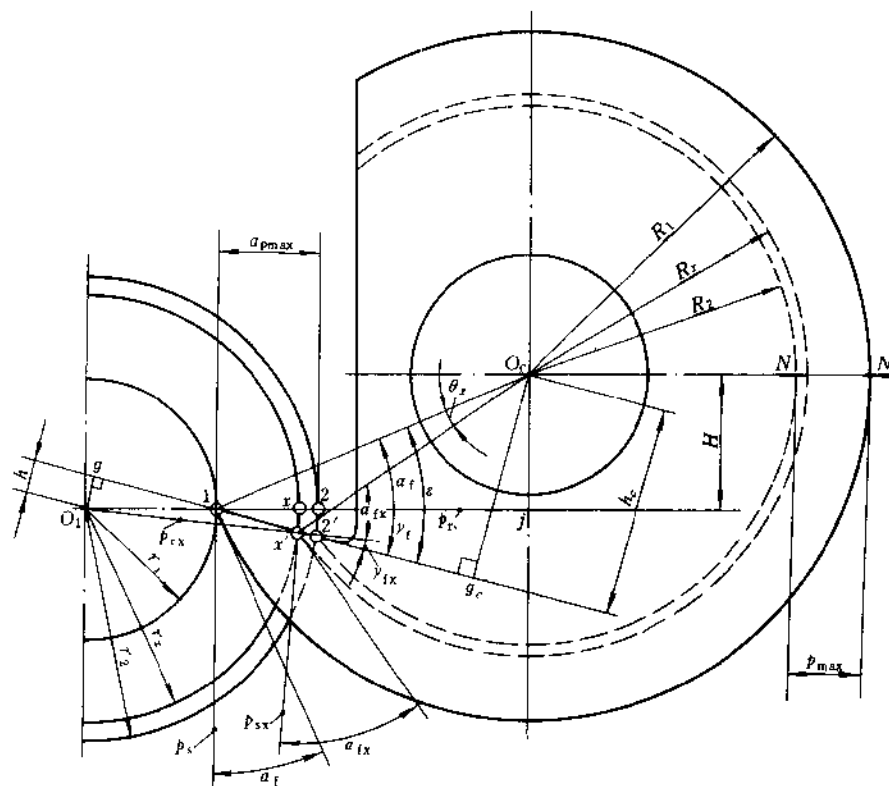


图 2-7 圆体成形车刀的前角和后角

在切削刃上任意一点 x' 处，基面是 p_{tx} ，切削平面是 p_{nx} ，则 x' 点处的名义前角和后角分别为 γ_{tx} 和 α_{tx} 。显然， $\gamma_{tx} \neq \gamma_t$ ， $\alpha_{tx} \neq \alpha_t$ 。但因楔角 β_t 是定值，所以

$$\alpha_{tx} + \gamma_{tx} = \alpha_t + \gamma_t = \varepsilon \quad (2-1)$$

由图 2-6 可知

$$r_1 \sin \gamma_t = r_x \sin \gamma_{tx} = h \quad (\text{定值}) \quad (2-2a)$$

所以 γ_{tx} 可以求出

$$\sin \gamma_{tx} = \frac{h}{r_x} \quad (2-2b)$$

式中 h —— 工件中心 O_1 与棱体成形车刀的前刀面之间的垂直距离；

r_1 和 r_x —— 点 1 和点 x' 处的工件半径；

γ_t 和 γ_{tx} —— 点 1 和点 x' 处的名义前角。

求得 γ_{tx} 角后，即可由 $\alpha_{tx} = \varepsilon - \gamma_{tx}$ 的关系式求得 α_{tx} 角。

二、径向圆体成形车刀的前角和后角

如图 2-7 所示，圆体成形车刀的前刀面是平面，后刀面是成形回转表面。它的前角和后角也是在刀具安装于正确位置时才能得到的。切削时，将切削刃上的基准点（点 1）调整到与工件中心等高，并将刀具的中心 O_2 安装得高于工件中心 O_1 一个距离 H ，则后刀面在点 1 处的

切线与过点 1 的切削平面 p_t 之间的夹角 α_1 ，就是圆体成形车刀在点 1 处的名义后角；前刀面与点 1 处的基面 p_r 之间的夹角 γ_1 ，就是点 1 处的名义前角。

当圆体成形车刀的半径 R_1 和点 1 处的前、后角 (γ_1 和 α_1) 确定后，刀具中心 O_c 与前刀面之间的垂直距离 h_c 就是一定值

$$h_c = R_1 \sin \epsilon = R_1 \sin (\alpha_1 + \gamma_1) \quad (2-3)$$

以 O_c 为中心，并以 h_c 为半径画一圆，则此圆称为磨刀圆。在制造和重磨前刀面时，应将前刀面磨在这个圆的切平面内。

切削时，刀具中心 O_c 须安装得高于工件中心 O_1 一个距离 H ，才能使刀具得到所需要的后角 α_1 。由图 2-7 可知

$$H = R_1 \sin \alpha_1 \quad (2-4)$$

$$\alpha_{1x} + \gamma_{1x} = \alpha_1 + \gamma_1 + \theta_x = \epsilon + \theta_x \quad (2-5)$$

式中 α_{1x} 和 γ_{1x} ——切削刃上任意点 x' 处的名义后角和前角；

θ_x ——径向线 $O_c \bar{1}$ 与 $\overline{O_c x'}$ 之间的夹角。

由此可见，对于圆体成形车刀， $\alpha_{1x} + \gamma_{1x} \neq \alpha_1 + \gamma_1$ 。

三、成形车刀正交平面内的后角 α_o 。

为了简化起见，现以 $\gamma_1 = 0^\circ$ 、 $\lambda_s = 0^\circ$ 的成形车刀为例来进行讨论。如图 2-8 所示， α_{1x} 是成形车刀切削刃上任意点 x' 处在进给方向剖面 $F-F$ 内的名义后角； α_{ox} 是 x' 点处在正交平面 p_o (即图 2-8 中的 $O-O$ 剖面) 内的后角； κ_{rx} 是 x' 点处的切削刃在基面上的投影与进给方向之间的夹角。由图可知

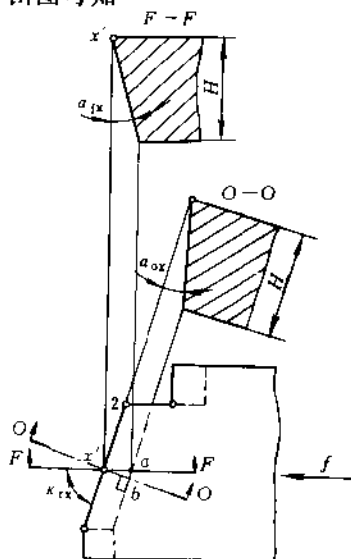


图 2-8 成形车刀正交平面内的后角
(当 $\gamma_1 = 0^\circ$ 、 $\lambda_s = 0^\circ$ 时)

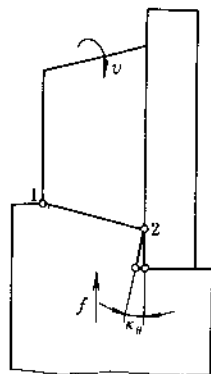


图 2-9 在 $\kappa_{rx} = 0^\circ$ 的切削刃处磨出 κ_r 角改善切削情况

$$\operatorname{tg} \alpha_{1x} = \frac{\overline{x'a}}{H}, \quad \operatorname{tg} \alpha_{ox} = \frac{\overline{x'b}}{H}$$

在 $\triangle x'ba$ 中，因 $\overline{x'b} = \overline{x'a} \sin \kappa_{rx}$ ，

所以

$$\operatorname{tg} \alpha_{ox} = \operatorname{tg} \alpha_{1x} \sin \kappa_{rx} \quad (2-6)$$

当 $\kappa_{rx} = 0^\circ$ 时，该处的切削刃就与进给方向平行，即与工件轴线垂直，则不论 α_{1x} 是多大， $\alpha_{ox} =$