

刀具制造工艺

宋增平 编著

DAO JU ZHI
ZAO GONG YI

机械工业出版社

本书以单件小批量生产为主,比较全面地介绍了刀具的制造工艺。内容包括刀具毛坯的制备,基面的加工,刀具的开齿、刃磨、铲齿、热处理和表面强化,以及车刀、成形车刀、成形铣刀、螺纹刀具、齿轮刀具和硬质合金刀具的制造工艺。

本书可供从事刀具制造的工程技术人员、工人和大专院校有关专业师生参考。

刀具制造工艺

宋增平 编著

责任编辑:贺旒翕

封面设计:刘代

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南里一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

北京市密云县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 787×1092¹/₃₂·印张 20·插页 1·字数 444 千字

1987年9月北京第一版·1987年9月北京第一次印刷

印数 0,001—7,200 定价:4.95元

统一书号:15033·6848

前 言

金属切削刀具是进行切削加工必不可少的重要工具之一，在机械制造、仪器仪表、国防工业和机械修理行业中占有十分重要的地位。采用有效和经济的工艺方法，制造出质量好、耐用度高的刀具，是刀具制造部门所要研究和解决的课题。

各种标准刀具已制定有国家或部门的刀具标准，并由专业化的工具厂进行大批量的定点生产。但是，在很多机械制造工厂中，由产品的特点和生产条件所决定，有很多刀具，特别是大量的非标准刀具，仍需要由工厂工具车间自行制造。工具车间制造刀具多属于单件小批量生产，所使用的机床也多为通用机床，而很少专用设备，这是工具车间刀具制造的一个特点。因此，工具车间刀具的制造工艺过程与专业工具厂的大批量生产相比较，加工方法和特点显然是不相同的，根据工件具体要求和工厂工艺条件的不同，制造工艺过程也不尽相同。为此，作者在总结从事刀具制造工作的经验和收集大量资料的基础上，对工具车间的刀具制造工艺作了比较全面系统的介绍。内容包括刀具毛坯的制备，基面的加工，刀具的开齿、刃磨、铲齿、热处理和表面强化等刀具制造中的工艺方法；常用的车刀、成形车刀、成形铣刀、螺纹刀具、齿轮刀具和硬质合金刀具的制造工艺以及刀具制造工艺规程的编制方法。内容力求具有一定的先进性和实用性，以供一般机械制造工厂中从事刀具制造的工程技术人员和工人，以及大专院校有关专业师生参考。

IV

本书在编写过程中曾经北京工业学院于启勋 副教授 审阅，在此表示感谢。

由于作者水平有限，书中一定会有不少缺点和错误，恳切希望读者指正。

目 录

前 言

第一章	概述.....	1
一、	刀具的分类.....	1
二、	刀具的组成和几何参数.....	3
三、	常用刀具的结构和几何参数.....	8
四、	刀具制造中应注意的问题.....	13
第二章	刀具材料.....	15
一、	对刀具切削部分材料的要求.....	15
二、	常用刀具材料及其选择.....	18
三、	其它刀具材料.....	30
第三章	刀具毛坯的制备	33
一、	刀具材料的质量检验.....	33
二、	高速钢刀具毛坯的锻造.....	41
三、	刀具毛坯的焊接和粘接.....	51
第四章	刀具基面的加工	72
一、	基面的种类.....	72
二、	中心孔的加工.....	74
三、	外圆基面的加工.....	81
四、	内孔基面的加工.....	95
五、	平面基面的加工.....	99
六、	基面的检验	102
第五章	刀具的开齿	108
一、	刀具齿槽和开齿用工作铣刀.....	108
二、	直齿槽与齿背的加工.....	112

三、	螺旋齿槽的加工	154
四、	扁钻的开齿	191
第六章	刀具的刃磨	197
一、	刀具刃磨机床和砂轮	197
二、	刀具前面的刃磨	211
三、	刀具后面的刃磨	224
四、	其它刀面的刃磨	231
五、	刀具刃磨后的检验	235
第七章	刀具的铲齿	241
一、	铲齿铣刀和铲齿方法	241
二、	铲齿	250
三、	铲磨	260
第八章	刀具的热处理	268
一、	热处理概述	268
二、	刀具钢的退火	279
三、	刀具钢的淬火	284
四、	刀具钢的回火	295
五、	刀具钢的冷处理	296
六、	刀具热处理常见缺陷和防止措施	297
七、	刀具热处理设备	300
第九章	刀具的表面强化	306
一、	化学热处理	306
二、	电火花表面强化	321
三、	表面涂覆技术	330
第十章	车刀	333
一、	车刀的种类	333
二、	车刀的切削	334
三、	车刀的刃磨	347

第十一章 成形车刀	354
一、成形车刀的种类和结构	354
二、成形车刀几何角度的加工	359
三、成形车刀型面的切削	361
四、成形车刀型面的磨削	364
五、成形车刀的刃磨	374
六、成形车刀的检验	377
七、成形车刀制造工艺举例	379
第十二章 成形铣刀	385
一、铲齿成形铣刀的参数	385
二、铲齿成形铣刀的加工	387
三、铲齿成形铣刀的截形修正计算	390
四、铲齿成形铣刀截形修正的查表算法	395
第十三章 螺纹刀具	435
一、切削丝锥的加工	435
二、圆板牙的加工	444
三、滚丝轮的加工	457
四、无屑丝锥的加工	460
五、螺纹的磨削和铲磨	472
六、螺纹测量	480
第十四章 齿轮刀具	494
一、常用齿轮刀具的种类	494
二、盘形齿轮铣刀的加工	496
三、齿轮滚刀的加工	499
四、插齿刀的加工	518
第十五章 硬质合金刀具	546
一、硬质合金加工技术	546
二、用碳化硅砂轮磨削	549
三、用金刚石砂轮磨削	553

四、 电火花加工.....	560
五、 硬质合金刀具的加工.....	571
第十六章 刀具制造工艺规程.....	576
一、 刀具制造工艺规程的依据和内容.....	576
二、 刀具制造工艺规程的表格.....	578
三、 刀具制造工艺规程的编制方法.....	582
四、 刀具制造工艺规程示例.....	586
附录.....	599
I 常用标准铣刀的主要参数.....	599
II 标准（焊接）刀片的主要参数.....	607
III 各国主要高速钢牌号对照表	628~629
参考文献.....	629

第一章 概 述

金属切削按其所用切削工具的类型可分为两大类：一类是用刀具进行的切削加工，如车削、钻削、镗削、铣削、刨削和拉削等；一类是用磨料磨具进行的加工，如磨削、研磨和珩磨等。金属切削加工是机械制造、仪器仪表和国防工业中广泛采用的主要加工方法。刀具则是金属切削加工工艺系统的重要组成部分，是必不可缺的基本工具之一。随着金属切削加工的发展，刀具也在不断地发展和提高。同时，刀具对金属切削加工的发展也起着十分重要的促进作用。

刀具的制造质量和使用寿命直接影响和决定工件的加工质量和生产效率。因此，采用新型刀具材料，采取正确有效的工艺方法，制造出质量好，耐用度高的切削刀具，是刀具制造所要研究和解决的课题。

一、刀具的分类

刀具的种类很多，分类方法大致如下。

按刀具的加工性质和用途可以分为：

(1) 切刀 切削加工中应用最广泛的一种刀具。按照所适用的机床类型不同，切刀可分为车刀、刨刀、插刀和镗刀等。

(2) 孔加工刀具 按用途不同可分为麻花钻、扩孔钻、铰钻、铰刀、镗刀、深孔钻、圆孔拉刀等。

(3) 铣刀 是用途广泛，类型繁多的一种刀具。按

用途可分为圆柱形铣刀、端铣刀、立铣刀、键槽铣刀、角度铣刀、成形铣刀等；按刀齿齿背型式可以分为尖齿铣刀和铲齿铣刀。

(4) 拉刀 拉刀是一种加工精度和切削效率都比较高的刀具，广泛用于大批量生产。按用途可分为圆孔拉刀、键槽拉刀、花键拉刀、组合拉刀等。

(5) 螺纹刀具 螺纹刀具种类较多。切削加工螺纹的刀具有螺纹车刀、螺纹梳刀、丝锥、板牙、螺纹铣刀等；按滚压法工作的有滚丝轮、搓丝板、螺纹滚压头等。

(6) 齿轮刀具 按工作原理不同可分为成形齿轮刀具，如齿轮铣刀、齿轮拉刀等；展成齿轮刀具，如插齿刀、齿轮滚刀、蜗轮滚刀、剃齿刀等。

(7) 自动线、组合机床和数控机床刀具。

按标准化不同可分为标准刀具和非标准刀具两大类。按照国家或部门制定的“刀具标准”设计制造的刀具属于标准刀具，而根据工件与具体加工条件的特殊要求设计制造的刀具为非标准刀具。标准刀具主要由专业化的工具厂进行大批量的定点生产，并在生产中得到了大量和广泛的应用。非标准刀具则主要由用户自己生产，或将标准刀具加以改制。非标准刀具的生产一般属于单件小批量生产。

按刀具的基本结构形状不同，还可以分为柄式刀具、套式刀具和平形刀具等几种。柄式刀具是指定位装夹基面为外圆柱面或外圆锥面的刀具，如大量使用的钻头、铰刀、丝锥、立铣刀等。各种圆体成形车刀、盘铣刀、滚刀、滚丝轮、圆板牙等刀具，或用孔作定位装夹或工作部分为内孔表面，可视为套式刀具。定位装夹部分都是由平面组成的刀具，如各种方车刀、切断刀、棱体成形车刀、平面拉刀等均

属于平形刀具。这种分类方法由于是按刀具的基本形状分类的，在刀具毛坯的制备，基面的加工等方面存在着很多共同的特点，因此，在刀具制造中得到应用。

按刀具工作部分材料的不同，可以分为工具钢刀具、高速钢刀具、硬质合金刀具等。

二、刀具的组成和几何参数

1. 刀具的组成

刀具的种类虽然繁多，但都可以分为两个组成部分，即工作部分和装夹部分。工作部分是直接担负切削加工的部分，一般又可分为切削部分和校准部分。切削部分起主要的切削作用，校准部分则起辅助的切削作用。刀具通过装夹部分与机床夹具联接在一起，用以定位并传递切削所需要的动力（图1-1）。

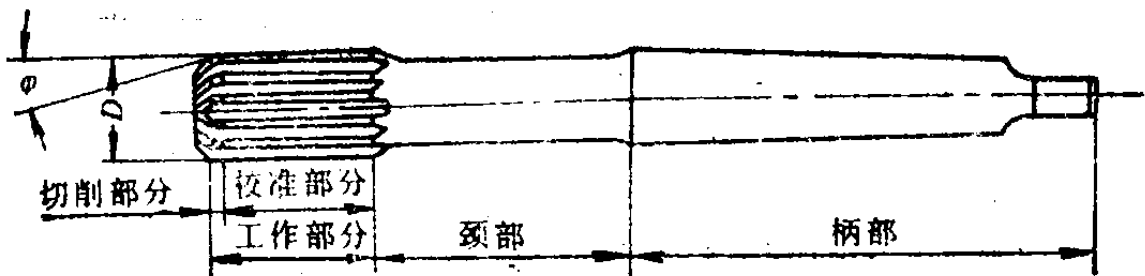


图1-1 刀具的组成

由于刀具各组成部分的作用不同，对其提出的要求也是不同的。装夹部分所起的定位作用，要求其有一定的尺寸和形状精度，并与工作部分之间具有一定的位置精度。而传递切削动力的作用，又需要其具有足够的强度和刚度。

刀具切削部分担负切削任务，直接影响刀具的切削性能和使用寿命，决定着工件的加工质量和生产效率。因此，刀具

切削部分必须具有合理的几何参数，锋利的切削刃和良好的排屑条件。同时，切削部分的材料还必须具有高的红硬性和足够的强度、韧性等机械性能。

刀具的工作部分多是一些比较复杂的几何体，由各种刀面、刀刃组成。

以图1-2所示的比较简单而又具有代表性的外圆车刀为例，说明刀具的各主要组成部分。

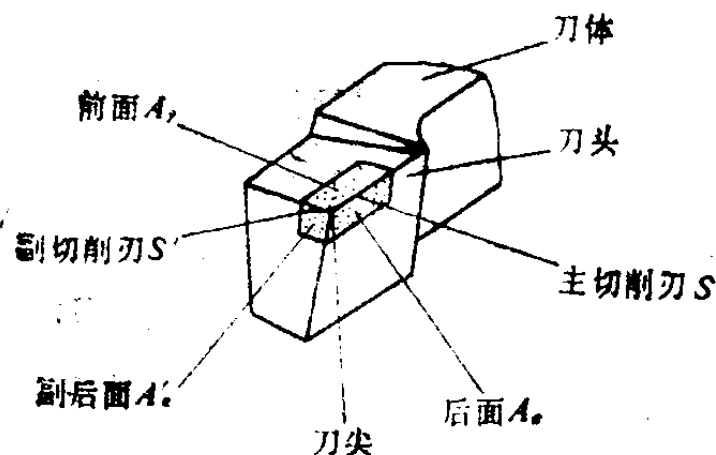


图1-2 车刀的组成

前面 A_0 直接切入和挤压被切削层并控制切屑沿其排出的刀面。

后面 A_0 与工件切削表面相互作用、相互面对的刀面。

副后面 A_0' 与工件已加工表面相互作用、相互面对的刀面。

主切削刃 S 前面与后面的相交部位，起主要切削作用。

副切削刃 S' 前面与副后面的相交部位，只参予少量的切削。

刀尖 主切削刃与副切削刃之间转折的尖角部分，是承受切削力最大，切削温度最高的部位，也是刀具最薄弱的部位。

各种刀具尽管千差万别，但其切削部分都是由上述表面、切削刃和刀尖组成的，只是数量、形状各不相同而已。

2. 刀具的几何参数

(1) 辅助平面

为了确定刀具切削部分各刀面、切削刃的几何形状及其在空间的位置，定义刀具的几何参数，以便在刀具工作图上进行标注，需要选定一些辅助平面。主要有作为基准使用的坐标平面和便于测量角度用的测量平面等。

这些辅助平面都是假想的，并假设刀具主切削刃与水平面平行，刀尖对准工件中心，同时未考虑走刀运动的影响。

1) 坐标平面

坐标平面包括切削平面和基面。

切削平面 P_r 刀刃上任一点的切削平面是通过该点并与切削表面相切的平面（图1-3）。

基面 P_r 刀刃上任一点的基面是通过该点，并与该点的切削速度方向垂直的平面（图1-3）。

刀刃上任一点的切削平面和基面是互相垂直的。这两个

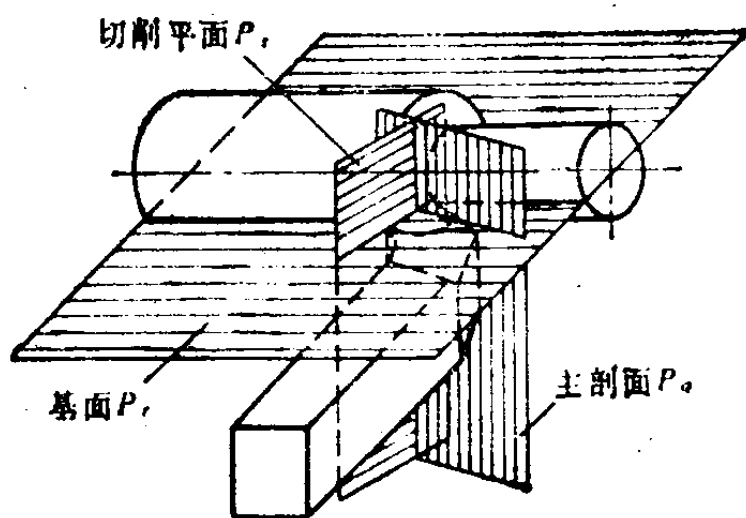


图1-3 坐标平面

平面组成了一组坐标平面。刀具的各项几何参数便是在这组坐标平面上进行定义的。

2) 测量平面

测量平面包括主剖面 and 副剖面。

主剖面 P 。 主切削刃上任一点的主剖面是通过该点，并垂直于主切削刃在基面上的投影的平面，又称主截面（图 1-4）。

副剖面 P' 。 副切削刃上任一点的副剖面是通过该点，并垂直于副切削刃在基面上的投影的平面，又称副截面（图 1-4）。

主剖面 and 副剖面是为了测量刀具各几何参数而规定的剖面，这两个平面组成了一组测量平面。

(2) 刀具几何角度的定义

以外圆车刀为例，说明刀具各几何角度的定义如下（图 1-5）：

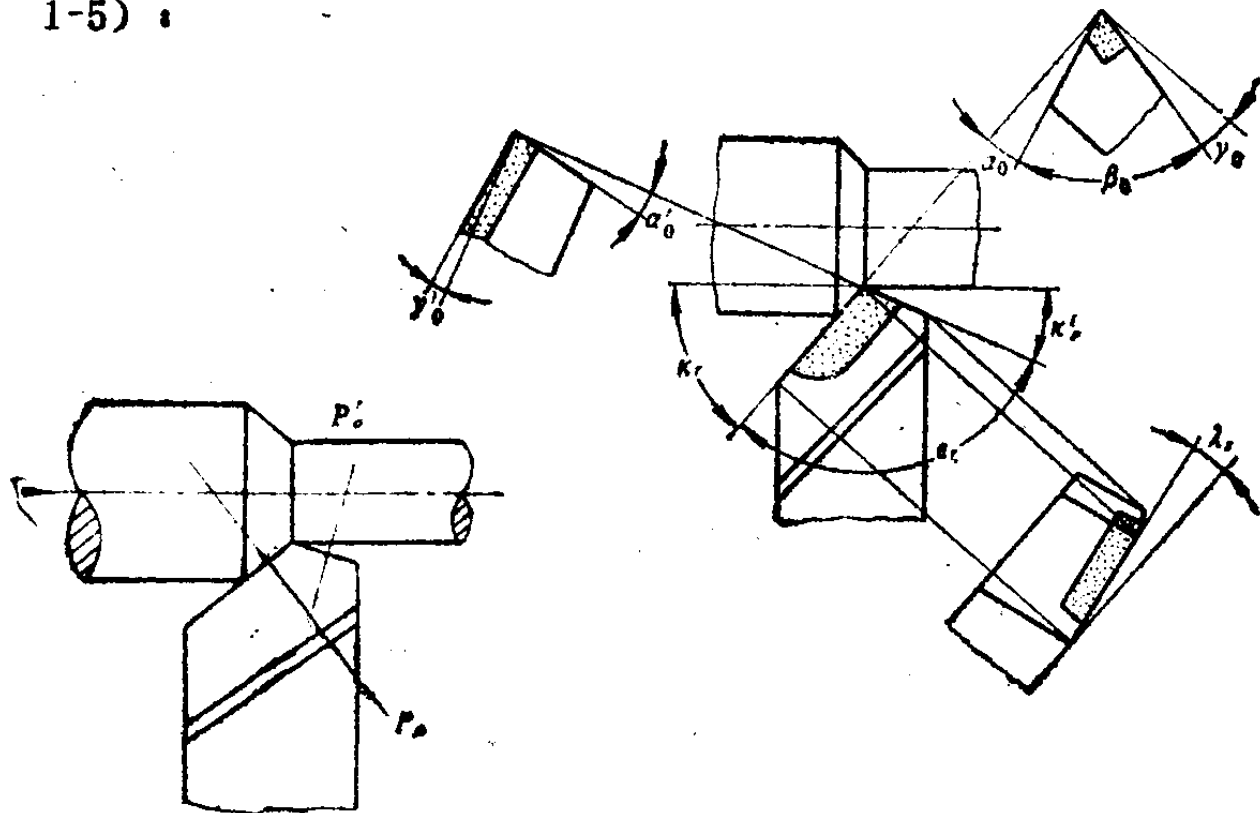


图1-4 测量平面

图1-5 车刀的几何角度

1) 前角 γ_0 。在主剖面内,前面与基面之间的夹角。

前角是刀具上最重要的一个角度,它的大小直接影响刀刃的锋利程度、耐用度和工件的加工质量,决定着刀具的切削性能。

2) 后角 α_0 。在主剖面内,后面与切削平面之间的夹角。

后角的作用主要是在切削过程中减少刀具后面与工件表面间的摩擦,后角也影响刀刃的锋利程度和强度。

3) 楔角 β_0 。在主剖面内,前面与后面之间的夹角。

4) 切削角 δ 。在主剖面内,前面与切削平面之间的夹角。

前角 γ_0 、后角 α_0 、楔角 β_0 和切削角 δ 都是在主剖面内定义和进行测量的,它们之间的相互关系为

$$\gamma_0 + \alpha_0 + \beta_0 = 90^\circ$$

$$\gamma_0 + \delta = 90^\circ$$

当前面与基面相重合时,前角 γ_0 为零度;当 $\alpha_0 + \beta_0 < 90^\circ$ 时,前角为正值,称为正前角;当 $\alpha_0 + \beta_0 > 90^\circ$ 时,前角为负值,称为负前角。当后面与切削平面重合时,后角 α_0 为零度;当后面与切削平面之间有间隙,能减小摩擦时,后角为正值,称为正后角;反之后角为负值,称为负后角。

5) 副后角 α'_0 。在副剖面内,副后面与切削平面之间的夹角。

6) 主偏角 κ 。主切削刃在基面上的投影与走刀方向之间的夹角,也称导角。

7) 副偏角 κ' 。副切削刃在基面上的投影与走刀方向之间的夹角,也称离角。

8) 刀尖角 e 。主切削刃和副切削刃在基面上的投影之

间的夹角。

主偏角 κ_r 、副偏角 κ_r' 和刀尖角 ϵ_r 都是在基面内定义和进行测量的，它们之间的相互关系为

$$\kappa_r + \kappa_r' + \epsilon_r = 180^\circ$$

9) 刃倾角 λ_s 在切削平面内，主切削刃与基面之间的夹角。

当刀尖为主切削刃的最低点时，刃倾角为正值；当刀尖为主切削刃的最高点时，刃倾角为负值。刃倾角的正负和大小影响切屑的流出方向和刀尖强度。

应该指出的是，上述的刀具几何角度都是在刀具处于静止状态下给予定义的，而没有考虑刀具的安装和走刀运动的影响。刀具设计图上几何角度的标注与这种定义是一致的，一般多以基面投影作为主视图，切削平面投影作为侧视图，并画出各种必要的剖面图和局部视图等。在实际切削过程中，由于刀具安装和走刀运动的影响，这些几何角度将会发生变化，实际工作角度与标注角度是不同的。

有些刀具的切削刃形是由各种曲线组成的，其切削刃上各点的辅助平面也是变化的，因此，刀具角度的定义中应指明其所选点。一般情况下未加注明时，则规定为刀尖点。

三、常用刀具的结构和几何参数

刀具的种类繁多，结构形状也各不相同，但是其几何参数的定义都是相同的。在刀具的制造、刃磨和测量中，也需要应用上述各几何角度。在刀具设计图纸上，应完整准确地标注出各结构尺寸和几何角度。上一节以外圆车刀为例，简要地说明了刀具的组成及其主要几何参数的定义。只要清楚地掌握了车刀的组成和各几何参数的定义，其它各种刀具也

就容易掌握了。为使以后的论述方便，并对常用刀具的结构和几何参数有所了解，下面简单介绍几种常用刀具的结构形状和主要几何参数。

1. 标准麻花钻

标准麻花钻的工作部分是由对称的两组刀面、刀刃组成的。其组成部分有前面、后面、副后面、主切削刃、副切削刃和横刃，如图 1-6a 所示。标准麻花钻的几何参数主要有螺旋角 β 、前角 γ_0 、锋角 2ϕ 和后角 α_0 ，另外还有钻头半径 r_0 、横刃斜角 ψ 和刃倾角 λ 等，如图 1-6b 所示。

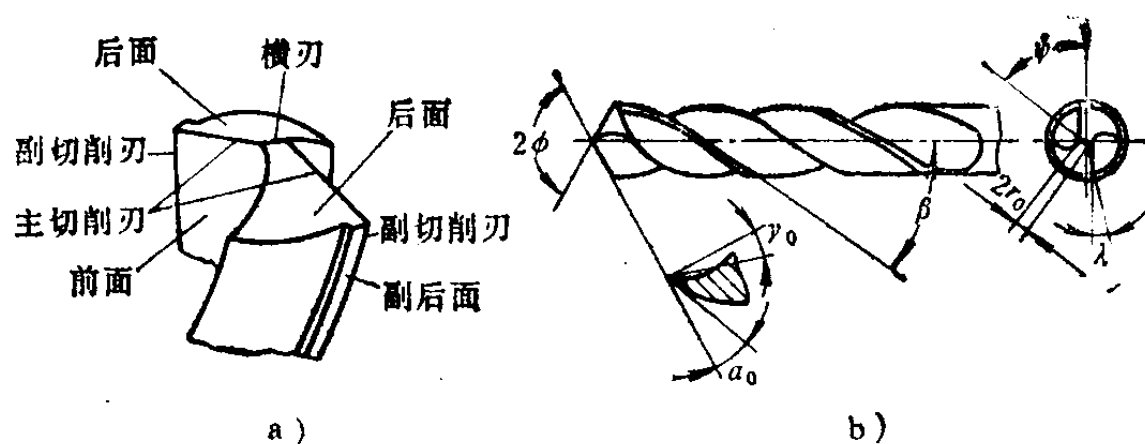


图1-6 标准麻花钻的组成和几何参数

螺旋角 β 是指钻沟螺旋槽最外缘的螺旋线展开后与钻头轴线间的夹角。同一麻花钻的螺旋槽上各点螺旋线的螺距是相等的，因此，处于不同直径的圆柱面上的各点螺旋线的螺旋角大小是不相同的。切削刃上任一点的螺旋角可按下式计算：

$$\operatorname{tg} \beta_x = \frac{r_x}{R} \operatorname{tg} \beta$$

式中 r_x ——切削刃上选定点的位置半径 (mm)；
 R ——钻头半径 (mm)；