

金属切削手册

第二版

上海市金属切削技术协会编

上海科学技术出版社

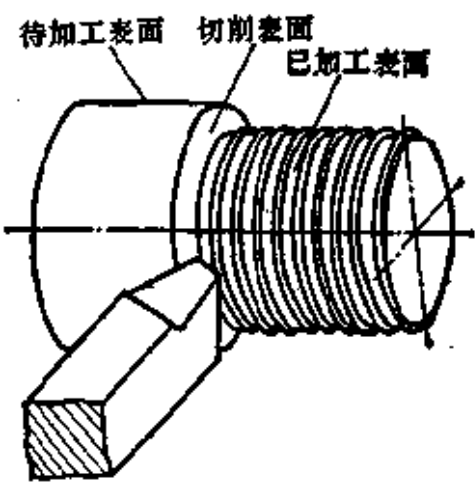
第4章

金属切削基本知识

一、一般名称及术语

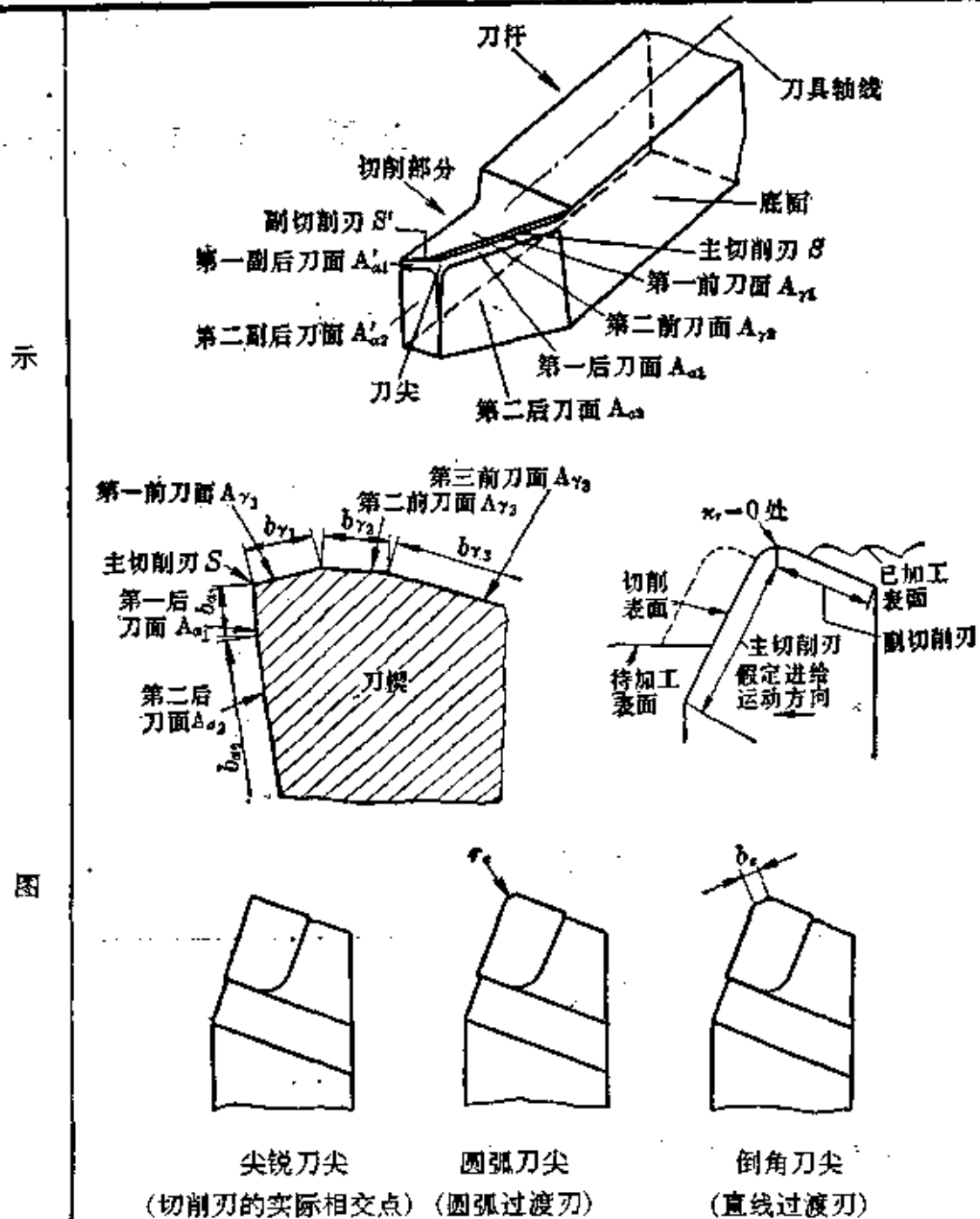
1. 工件上的表面

表 4-1

示 图	
名 称	定 义
待加工表面	工件上需被切除的表面
已加工表面	由刀具切削而形成的所要求的表面
切削表面	工件上由切削刀切成的那部分表面。当用单刃刀具切削时,它将在工件或刀具的下一转、或者下一次切削行程中被切除;而用多刃刀具切削时,它将被随后的一个切削刀切除

2. 刀具的组成要素

表 4-2



名称	符号	定义及说明
刀杆		刀具的夹持部分
底面		刀杆上与基面(见后)相平行或相垂直的平面, 在刀具的制造、刃磨及测量时要用它来进行定位
刀具轴线		一条假想的直线, 它与刀具制造、刃磨及使用供夹持用

(续)

名 称	符号	定 义 及 说 明
		的定位表面之间保持一定的几何关系。通常它是刀杆或刀具定位孔的中心线
切削部分		由切削刃及刀面构成的刀具工作部分。在多刃刀具上, 每一刀齿都有一个切削部分
刀楔		刀具切削部分上由前刀面及后刀面所包围的部分
前刀面	A_r	<p>刀具切削部分上与切屑直接相接触的表面。当前刀面由几个相互倾斜的表面组成时, 则由切削刃开始依次称为第一前刀面、第二前刀面……, 符号为 A_{r_1}、A_{r_2}、…, 其宽度用 b_{r_1}、b_{r_2} 等来表示。</p> <p>前刀面还有主副之分。与后刀面相交而形成主切削刃的那部分前刀面, 称为主前刀面, 简称前刀面 (A_{r_1}、…); 与后刀面相交而形成副切削刃的那部分前刀面, 称为副前刀面, 其标记符号是 A'_{r_1}、A'_{r_2}、…</p>
后刀面	A_o	<p>刀具切削部分上与工件上被切成的表面相对的表面。当后刀面由几个相互倾斜的表面组成时, 则由切削刃开始依次称为第一后刀面、第二后刀面等, 符号为 A_{o_1}、A_{o_2}、…, 它们的宽度分别为 b_{o_1}、b_{o_2}、…。</p> <p>后刀面也有主副之分。与前刀面相交而形成主切削刃的那部分后刀面, 称为主后刀面, 简称后刀面 (A_{o_1}、…); 与前刀面相交而形成副切削刃的那部分后刀面, 称为副后刀面, 其标记符号是 A'_{o_1}、A'_{o_2}、…</p>
主切削刃	S	<p>用来进行切削工作的前刀面的边缘, 即为刀具的切削刃。由主偏角 $\kappa_r = 0$ 的一点开始的一段切削刃, 它至少有一部分是用来切成工件切削表面的, 称为主切削刃。</p> <p>在刀具的刀尖是尖锐的情况下, 则认为刀尖处的主偏角为零; 而在刀具切削刃上任何一点的主偏角都不为零的情况下(如圆柱形铣刀), 则整条切削刃都是主切削刃</p>
副切削刃	S'	<p>除了主切削刃之外的其余部分切削刃, 称为副切削刃, 它是由主偏角 $\kappa_r = 0$ 的一点开始, 沿与主切削刃相反的方向延伸。它不参与工件切削表面的切成工作</p> <p>有些刀具(如切断车刀、锯片铣刀等)的切削部分可具有二条副切削刃</p>

(续)

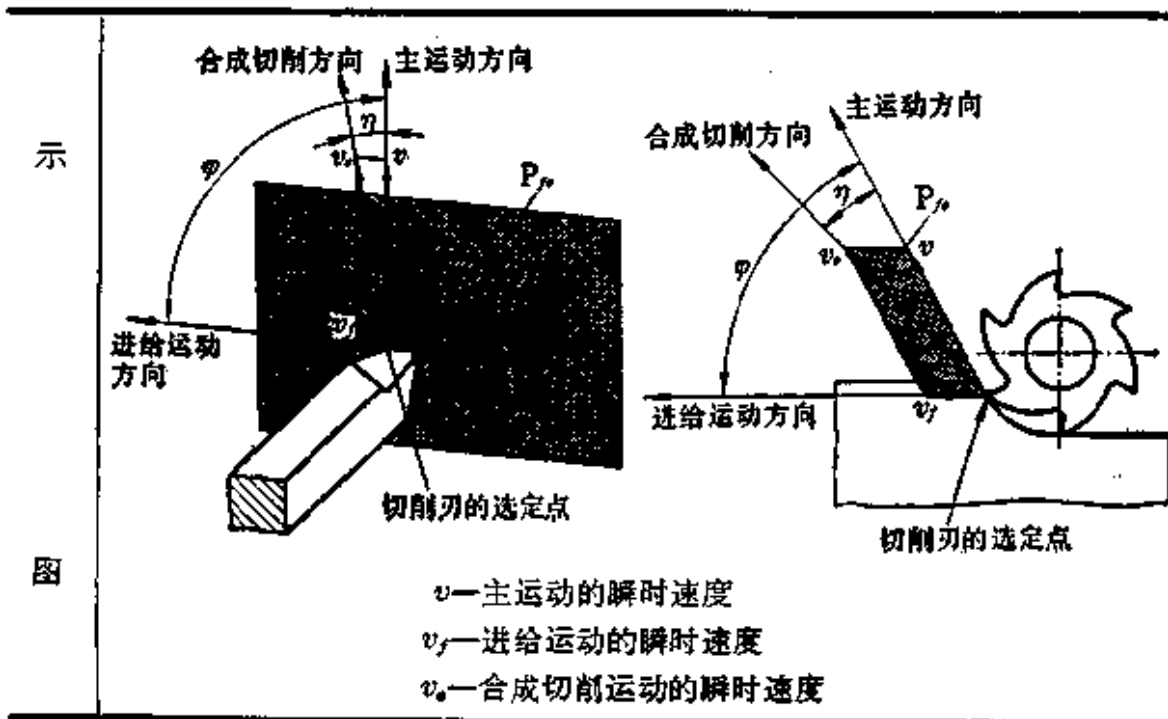
名称	符号	定义及说明
切削刃圆弧半径	r_n	前刀面与后刀面之间过渡部分的圆弧半径。它是在垂直于切削刃的法平面内测量的
刀尖		位于主切削刃与副切削刃交接处的相当小的一部分刃口。它可能是主切削刃与副切削刃的实际交点,也可能是圆弧形或直线形的过渡切削刃
圆弧过渡切削刃半径	r_f	在基面内测量的圆弧过渡切削刃的半径,简称刀尖半径
直线过渡切削刃长度	l_0	在基面内测量的直线过渡切削刃的长度
切削刃选定点		为了定义刀具的几何角度而在切削刃上任选的一点。它可以在主切削刃上,也可以在副切削刃上。当选在副切削刃上时,则所定义的均为副切削刃角度

3. 切削运动

切削运动是指切削过程中刀具与工件之间的相对运动。切削运动可分为主运动及进给运动两类。所有的运动都是相对工件来定义的。

(1) 有关的名称及定义

表 4-3



(续)

名称	符号	定义及说明
主运动		<p>刀具与工件之间使刀具的前刀面逼近工件材料以进行切削加工的相对运动。</p> <p>通常,主运动是切削运动中速度最高、消耗切削功率最大的运动</p>
主运动的方向		切削刃选定点相对于工件的主运动的瞬时方向
进给运动		<p>不断地把切削层投入切削的运动,即配合主运动使工件上的被切削层材料连续不断地或重复地切成切屑,并形成已加工表面的运动。</p> <p>进给运动可能是与主运动同时连续进行的,也可能是与主运动交替间隙进行的,它所消耗的功率仅占总切削功率的较小部分。</p> <p>有些切削加工的进给运动可以有数个(如磨外圆等);还有些切削加工(如攻丝、拉削等),进给运动是由事先的切削刃布置来完成的</p>
进给运动的方向		切削刃选定点相对于工件的进给运动的瞬时方向
进给运动方向角	φ	与主运动同时连续进行的进给运动的方向与主运动方向之间的夹角
合成切削运动		同时进行的主运动与进给运动的合成运动
合成切削运动方向		切削刃选定点相对于工件的合成切削运动的瞬时方向
合成切削速度方向角	η	合成切削运动方向与主运动方向之间的夹角

(2) 典型加工方法的切削运动

表 4-4

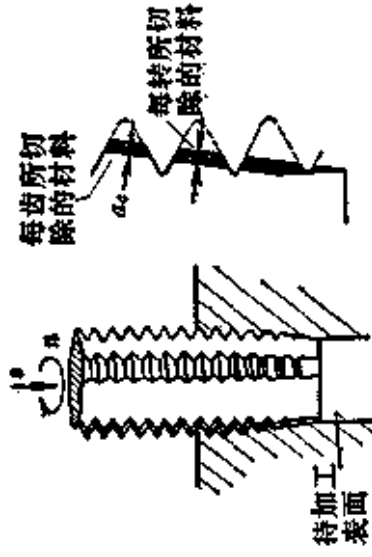
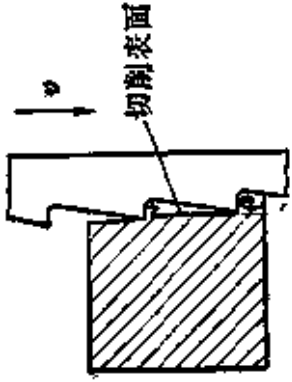
加工方法	示 图	主 运 动	进 给 运 动
车 外 圆		<p>工件的连续回转运动(n)</p>	<p>在主运动进行的同时, 车刀沿工件轴线作直线运动(s)</p>
镗 内 孔			
车 端 面		<p>工件的连续回转运动(n)</p>	<p>在主运动进行的同时, 车刀沿垂直于工件轴线方向作直线运动(s)</p>

(续)

加工方法	示 图	主 运 动	进 给 运 动
车 削	<p>t—切削深度, 等于切断车刀宽度</p>	工件的连续回转运动(n)	在主运动进行的同时, 车刀沿垂直于工件轴线方向作直线运动(s)
刨 削	<p>t—切削深度</p>	刨刀的往复直线运动(v)。向前为切削行程, 向后为空程	工件在水平面内, 垂直于主运动方向作与主运动交替进行的直线运动(s)

加工方法	示意图	主运动	进给运动
<p>龙门刨床平面刨</p>		<p>工件的往复直线运动 (v)。朝向前刀面的为切削行程,反之为空程</p>	<p>刨刀在水平面内,垂直于主运动方向作与主运动交替进行的直线运动 (s)</p>
<p>钻削</p>		<p>钻头的连续回转运动 (n)</p>	<p>在主运动进行的同时,钻头作轴向直线运动 (s)</p>

(续)

加工方法	示 图	主 运 动	进 给 运 动
攻 丝	 <p>The diagram illustrates the thread tapping process. On the left, a tap is shown cutting threads into a workpiece. Labels include '待加工表面' (Surface to be machined) at the bottom, 'n' for the number of teeth, and 'α_s' for the cutting angle. On the right, a cross-section of the thread profile is shown with labels '每齿所切除的材料' (Material removed per tooth) and '每转所切除的材料' (Material removed per revolution).</p>	丝锥的螺旋运动，它由丝锥的旋转运动及轴向直线运动复合而成 (n, s)	由丝锥本身结构完成，逐齿切入工件
拉 削	 <p>The diagram illustrates the broaching process. A broaching tool is shown moving vertically through a workpiece. The cutting direction is indicated by an arrow labeled 'v'. The surface being machined is labeled '切削表面' (Cutting surface).</p>	拉刀的直线运动(v)	由拉刀本身结构完成

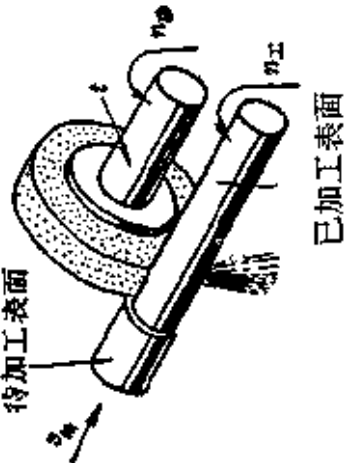
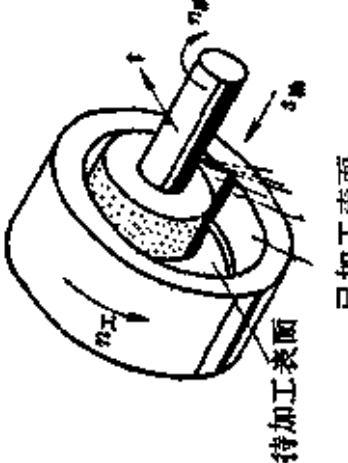
(续)

加工方法	示 图	主 运 动	进 给 运 动
端 铣		铣刀的连续回转运动(n)	在主运动进行的同时, 工件作垂直于铣刀轴线的直线运动(s)
平 面 削		a) 对称铣削 b) 不对称铣削 ↑—铣削深度 B—铣削宽度	

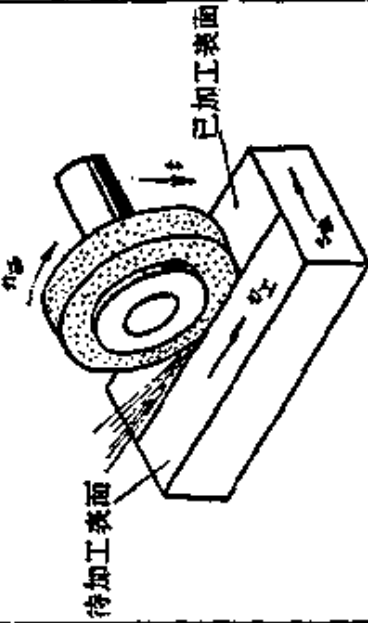
(续)

加工方法	示 图	主 运 动	进 给 运 动
周 铣 平 面 削	<p>The diagrams illustrate two types of milling: peripheral milling (周铣) and face milling (平面削). a) 逆铣 (Peripheral Milling): Shows a cylindrical workpiece being milled by a rotating cutter. The cutting force is directed upwards, which tends to lift the workpiece. Labels include '待加工表面' (surface to be machined), '已加工表面' (machined surface), and 'B' (cutter diameter). b) 顺铣 (Face Milling): Shows a flat workpiece being milled by a rotating cutter. The cutting force is directed downwards, which tends to clamp the workpiece against the table. Labels include '待加工表面' (surface to be machined), '已加工表面' (machined surface), and 'B' (cutter diameter). A legend at the bottom right of the diagrams defines the symbols: t—铣削深度 (cutting depth) and B—铣削宽度 (cutting width).</p>	铣刀的连续回转运动(ω)	在主运动进行的同时,工件作垂直于铣刀轴线的直线运动(s)

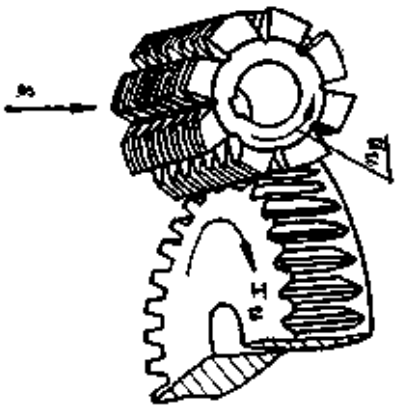
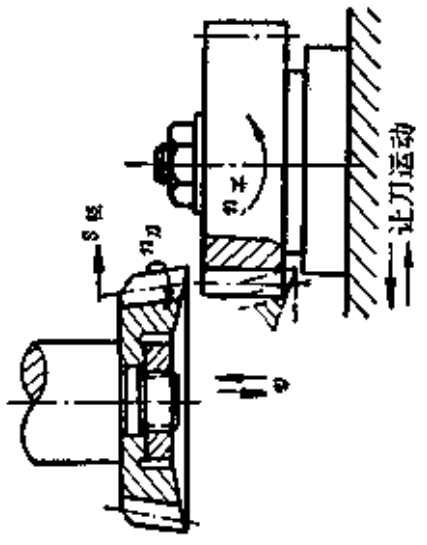
(续)

加工方法	示意图	主运动	进给运动
磨外圆		砂轮的连续回转运动(n_g)	<ol style="list-style-type: none">1. 在主运动进行的同时,工件作连续回转运动(工件的圆周进给v_w);2. 在主运动进行的同时,工件沿工件轴线作往复直线运动(轴向进给s_{ax});3. 砂轮沿工件径向作间歇性的直线运动切入工件(径向进给,又称磨削深度t),该运动与工件的轴向往复运动交替进行
磨内孔		砂轮的连续回转运动(n_g)	<ol style="list-style-type: none">1. 在主运动进行的同时,工件作连续回转运动(工件的圆周进给v_w);2. 在主运动进行的同时,砂轮沿工件轴线作往复直线运动(轴向进给s_{ax});3. 砂轮沿工件径向作间歇性的直线运动切入工件(径向进给,又称磨削深度t),该运动与砂轮的轴向往复运动交替进行

(续)

加工方法	示 图	主 运 动	进 给 运 动
磨 平 削		砂轮的连续回转运动($n_{\text{砂}}$)	<ol style="list-style-type: none">1. 在主运动进行的同时,工件作垂直于砂轮轴线的往复直线运动(工件的纵向进给$v_{\text{工}}$);2. 砂轮沿本身轴线作间歇性直线运动(轴向进给$s_{\text{轴}}$),该运动与工件的往复运动交替进行;3. 砂轮沿本身径向作间歇性的直线运动,切入工件(径向进给,又称磨削深度t)

(续)

加工方法	示 图	主 运 动	进 给 运 动
滚 圆 柱 齿 轮		滚刀的回转运动(ω_1)	<ol style="list-style-type: none">1. 工件绕其本身轴线作与滚刀的回转保持定速比的回转运动(周向进给及分齿展成运动ω_2);2. 在主运动进行的同时,滚刀沿工件轴向作直线运动(轴向进给δ)
插 圆 柱 齿 轮		插齿刀沿本身轴线的往复直线运动(v)。向下为切削行程,向上为空程	<ol style="list-style-type: none">1. 插齿刀与工件分别绕本身轴线作定速比的回转运动(分齿展成运动ω_1, ω_2);2. 在切削初期,插齿刀沿工件径向作间歇性的直线运动(径向进给$\delta_{进}$),该运动与主运动交替进行

二、刀具的几何角度

刀具的几何角度有两类：一类是将刀具看成是一个几何实体，用来确定刀刃、刀面相对于刀具在制造、刃磨及测量时定位基准的几何位置的角度，是在刀具工作图上所标注的角度，这类角度称为刀具的静态角度或标注角度；另一类是在切削过程中用来确定切削刃、刀面相对于工件几何位置的角度，是在刀具工作过程中的实效几何角度，这类角度称为刀具的工作角度。

因此，为了定义刀具的几何角度，必须建立由相应的两套平面组成的参考系。一套是定义刀具工作角度的工作参考系，它的各组成平面要根据实际切削过程中的合成切削方向及进给运动方向来定义；另一套是定义刀具静态角度的静态参考系。在建立静态参考系时，也要先假定刀具是处于某种工作状态下，规定出刀具的假定主运动方向及假定进给运动方向，然后再根据假定的主运动及进给运动方向来定义静态参考系的各组成平面。例如：对车刀，规定假定主运动方向是垂直于刀杆底面，而假定进给运动方向是平行于刀杆底面，并且垂直于（外圆车刀）或平行于（内圆车刀、切断车刀等）刀杆轴线；对铣刀，规定假定主运动方向是垂直于切削刃选定点径向平面，而假定进给运动方向是垂直于铣刀轴线；对孔加工刀具，规定假定主运动方向是垂直于切削刃选定点径向平面，而假定进给运动方向是沿刀具轴线。在本节内将以外圆车刀为例来说明刀具几何角度的定义。

1. 确定刀具几何角度的参考系

(1) 静态参考系

图4-1及图4-2分别为车刀的静态参考系的空间立体图及平面投影图，它的各组成平面的定义如表4-5所列。

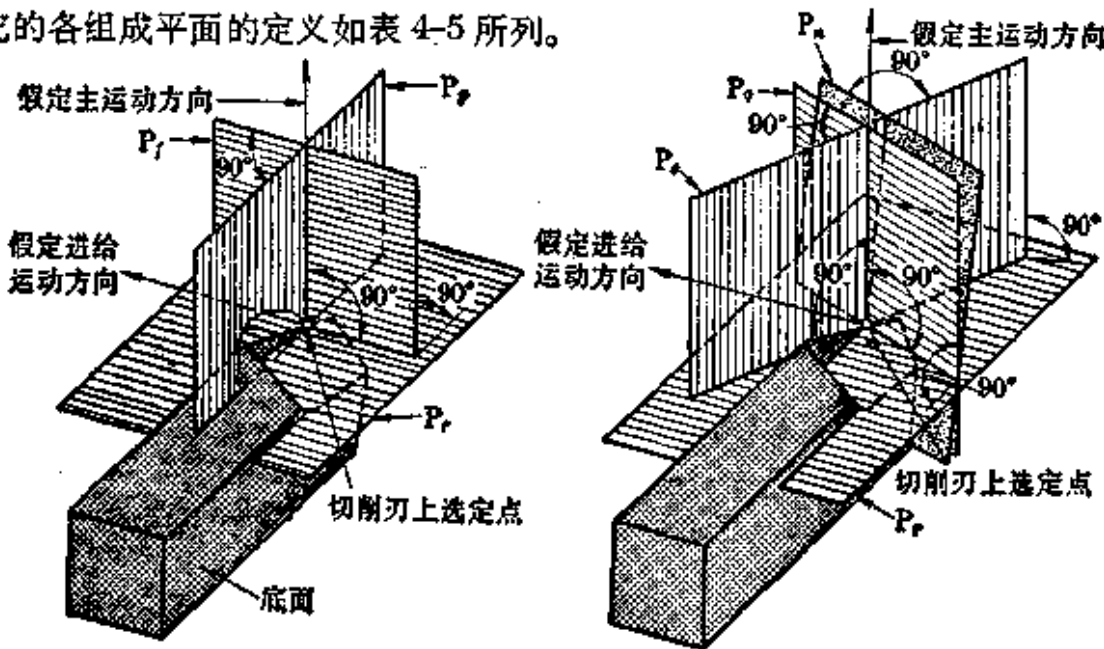


图4-1 车刀的静态参考系的空间立体图

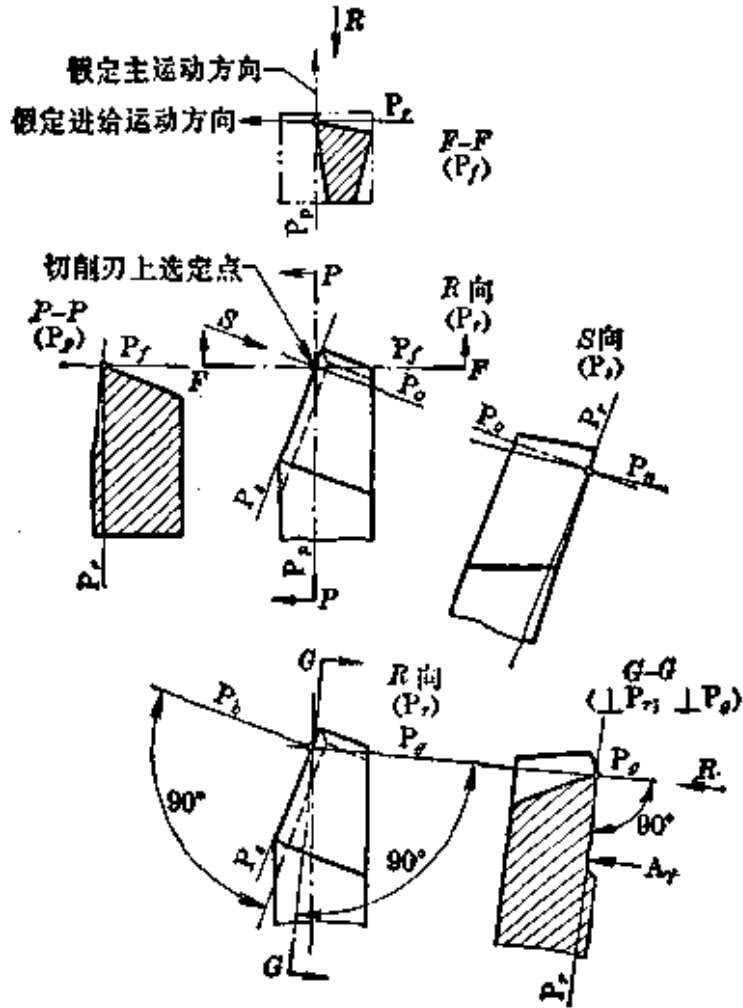


图4-2 车刀的静态参考系的平面投影图

表4-5 组成静态参考系的各平面的定义

名称	符号	定义及说明
基面	P_r	通过切削刃选定点，垂直于假定主运动方向的平面 对车刀来说，基面就是包括切削刃选定点，并与刀杆底面相平行的平面；而对回转刀具来说，是包括切削刃选定点及刀具轴线的平面
假定工作平面	P_f	通过切削刃选定点，垂直于基面 P_r ，并平行于假定进给运动方向的平面 在单刃刀具上，通常也将该平面称为横向截面