

金属切削原理

全国高等学校金属切削研究会华东分会推荐试用教材

南京工学院 主编
无锡轻工学院



福建科学技术出版社

表5

光洁度等级、代号与表面粗糙度Ra、Rz值对照表

表面光洁度等级	级 别 代 号	轮廓的算术平均 偏差值Ra (μm)	微观不平度十点平 均高度值Rz (μm)	表 面 粗 糙 度 代 号
1	$\nabla 1$	$>40\sim 80$	$>160\sim 320$	Rz200/ ∇
2	$\nabla 2$	$>20\sim 40$	$>80\sim 160$	Rz100/ ∇
3	$\nabla 3$	$>10\sim 20$	$>40\sim 80$	Rz50/ ∇
4	$\nabla 4$	$>5\sim 10$	$>20\sim 40$	6.3/ ∇
5	$\nabla 5$	$>2.5\sim 5$	$>10\sim 20$	3.2/ ∇
6	$\nabla 6$	$>1.25\sim 2.5$	$>6.3\sim 10$	1.6/ ∇
7	$\nabla 7$	$>0.63\sim 1.25$	$>3.2\sim 6.3$	0.8/ ∇
8	$\nabla 8$	$>0.32\sim 0.63$	$>1.6\sim 3.2$	0.4/ ∇
9	$\nabla 9$	$>0.16\sim 0.32$	$>0.8\sim 1.6$	0.2/ ∇
10	$\nabla 10$	$>0.08\sim 0.16$	$>0.4\sim 0.8$	0.1/ ∇
11	$\nabla 11$	$>0.04\sim 0.08$	$>0.2\sim 0.4$	0.05/ ∇
12	$\nabla 12$	$>0.02\sim 0.04$	$>0.1\sim 0.2$	0.025/ ∇
13	$\nabla 13$	$>0.01\sim 0.02$	$>0.05\sim 0.1$	Rz0.1/ ∇
14	$\nabla 14$	≤ 0.01	≤ 0.05	Rz0.025/或Rz0.05/ ∇

注：表面粗糙度国家标准经机械工业部标准化研究所起草已报请国家标准总局批准拟于1985年开始执行。新标准规定用Ra（常用在相当于原光洁度 $\nabla 4\sim \nabla 12$ ）及Rz（常用在相当于原表面光洁度 $\nabla 1\sim \nabla 3$ 、 $\nabla 13\sim \nabla 14$ ）表示表面粗糙度的大小。为使本教材能逐渐过渡适应新标准，特附上表以供对照参考。

编写说明

为适应华东地区高等工科院校机械制造工艺及设备专业的教学需要,“全国高校金属切削研究会华东分会”于1982年9月在杭州召开的第二届年会上,与会代表共同讨论并决定编写“金属切削原理”和“金属切削刀具”教材。经过研究,根据全国教学大纲的基本要求,拟定了编写纲要。华东分会领导小组根据这次会议的要求和意见,组织编写了这两本教材。

这两本教材是具有一定特色的。“金属切削原理”按50学时编写,“金属切削刀具”按45学时编写。其中有★的章节属加深、扩大知识面或自学的内容,各校可根据教学时数及具体情况自行安排。在编写的过程中,按照深入浅出、重点突出、“少而精”的原则,注意到了内容的更新,以及科学性、先进性和实用性的问题,力求使国内外一些较成熟的新理论、新技术融和到教材中去,使之与国内实际情况相结合。

本书初稿编成后,曾邀请华东纺织工学院、上海交通大学机电分校、浙江工学院、江西工学院等院校派代表参加讨论。根据讨论意见修改了初稿,并印发至华东区各大专院校及有关学校,广泛征求意见。在此基础上,又于1983年8月,由各院校派代表在青岛集体审稿。编写者根据审稿会上商定的修改意见对初稿再次作了修改,最后由主编单位定稿。

“金属切削原理”各章编写者是:第一章浙江大学张维纪,第二章浙江大学李加种,第三、九章南京工学院汤铭权,第四章南京工学院赵芝眉,第五、六章无锡轻工业学院蔡在宽,第七章南京工学院章未,第八章福州大学张俊生,第十章福州大学叶国维,第十一章安徽工学院张崇高,第十二章江苏工学院李汉中。由南京工学院赵芝眉、汤铭权和无锡轻工业学院蔡在宽同志主编。

“金属切削刀具”各章编写者是:第一章山东工业大学艾兴,第二、三章上海工业大学喻怀仁,第四、六、九章山东工业大学王怀寿,第五、七章上海交通大学陈学英,第八章山东工业大学姜积中,第十章上海交通大学薛秉源,第十一章江苏工学院郭蔚泉,第十二章上海交通大学陈学英和江苏工学院郭蔚泉。由山东工业大学艾兴和上海交通大学薛秉源同志主编。

上述两书的插图工作均由福州大学叶顺能同志负责完成。

本书的技术名词、定义和符号尽量按国际标准化组织(ISO)的规定,没有规定的则按我国沿用习惯选定。计量单位基本上采用了国际单位制(SI)。常用单位、名词、术语和符号在卷首列表供查考。

这两本教材是在华东地区各大专院校一致要求和通力合作下写成的。在编写过程中,得到了许多单位和工厂的协助;福建科学技术出版社对教材的顺利出版给予了大力支持,在此一并致以谢意。由于编写时间紧迫、水平有限,在使用过程中可能会发现某些不足乃至错误之处,恳请批评指正。

“全国高校金属切削研究会华东分会”领导小组

1983年9月

前 言

金属切削加工是机械制造业基本加工方法之一。在机械制造的工艺过程中,凡精度和光洁度要求较高的零件,一般都要经过切削加工。随着科学技术的不断发展、新的、更先进的金属加工方法日益增多,并正向少切屑、无切屑的方向发展,如精铸、精锻、冷挤和电加工等,在一定范围内部分地取代了切削加工。但切削加工仍被广泛采用,特别是获得高精度的金属零件,主要还是经过切削加工的。因此,对金属切削过程进行深入研究,促进金属切削加工水平的提高,有着十分重要的意义。

金属切削过程是切削刀具从工件表面上切去多余金属的过程,始终贯穿着刀具与工件之间相互运动、相互作用。金属切削原理的基本任务就在于揭示金属切削过程的基本规律,并用于生产实际,以达到在保证产品质量的前提下,不断提高金属切削加工的生产率和降低成本的目的。

由于机械制造业的发展和切削理论的研究,金属切削原理的内容不断地丰富。作为教材,本书以系统论述金属切削过程中共同规律性的内容为主,并介绍较为成熟的理论和较新的科研成果。努力做到内容适当更新,体系适合教学要求。考虑到金属切削原理内容的系统性和完整性,本书的章节可能与各校教学时数不一致,其中★号内容可按具体情况选择讲授;若同时采用“金属切削原理”和“金属切削刀具”两书,“钻削”和“铣削”两章亦可分别并入“孔加工刀具”和“铣刀”两章中讲授。总之,对金属切削这一复杂的运动过程,我们期望通过本书不仅揭示其本质,掌握其规律,还能紧密联系实际,提高学生分析问题和解决问题的能力,给进一步研究金属切削过程打下基础。

本书共分四篇。

第一篇 基本概念。包括切削运动和切削角度的基本定义以及工件、刀具材料等。由于金属切削过程是刀具的切削性能与工件可切削性能之间的矛盾演变过程,它们是依赖切削运动联系起来的,因此应首先认识刀具、工件的物理属性、几何形态及运动联系,作为研究金属切削过程的基础。

第二篇 金属切削的基本规律。这是本课程的精髓。切削变形、切削力、切削温度及刀具磨损等章阐述了金属切削的本质、现象和各因素间的联系,揭示了金属切削的机理及其基本规律。其中切削变形是切削过程中诸现象及规律的核心。从切削变形的规律来进一步研究切削力、热和刀具磨损等,以获得其规律和对生产实际的影响。

第三篇 提高金属切削效益的途径。掌握切削规律的目的在于应用,以提高金属切削效益。从控制切削过程各因素来说,通常的途径是改善工件材料的切削加工性、提高刀具材料的切削性能、合理选择刀具的几何参数、正确选择切削用量等。综合运用这些知识,使切削过程最佳化成为可能。

第四篇 典型切削加工的基本规律。前三篇是通过车削来研究金属切削的基本规律及其应用的。还需以此为基础,分别研究几种典型切削加工方法的特殊规律,即最常用的钻削、铣削和磨削的切削规律。这样不仅可补充、丰富和发展对共同的本质认识,使之不致变成枯燥和僵死的东西,还可根据其各自的特点解决生产实际问题。

金属切削原理是一门专业基础课。一方面,它要用到一部分已经学过的基础理论,如数

学、力学、金属学等；另一方面，它与生产实际联系比较密切，要求具备一定的金属切削加工的实践知识，重视实验研究，注意理论联系实际。通过本门课的学习，要求掌握金属切削的基本理论与基本规律，掌握必要的基础知识，能够分析工件——刀具——切削条件三个方面对切削过程中重要物理现象的影响。能够运用基本理论和规律去观察、分析、研究和解决金属切削加工中的实际问题。初步学会如何根据具体条件选择刀具材料、刀具角度与切削用量。熟悉金属切削中的实验手段、方法、技巧及实验数据的处理方法。

研究金属切削的历史还不长，它是在实验的基础上发展起来的。随着近代电子技术的飞速发展，金属切削的实验研究也应用了很多先进的测试手段，例如扫描电子显微镜等。这就给深入微观世界，进一步揭示机理创造了条件。电子计算机的应用为一些复杂问题的解决创造了数值计算的途径。同时，基础理论的应用也日益受到重视。在提高机械加工自动化程度的要求推动下，对影响切削加工正常进行的重要因素的预报也更显重要。如果说过去的金属切削理论主要是生产实践的经验总结和对实验研究成果的描述，那么今天已开始进入建立理论以预报的更高阶段。这将使金属切削理论更加完善，水平更加提高。当然，与其他学科一样，发展是无止境的，今后必然会得到更大的发展与达到更高的水平。

编者

本书常用的单位与词冠

表 1

本书常用的部分国际制(SI)基本单位

量	国内代号	国际代号
长度	米	m
质量	千克(公斤)	kg
时间	秒	s

表 2

本书常用的部分国际制(SI)导出单位

量	名称	代 号		关 系 式	
		国内	国际	用其它SI单位表示	用SI基本单位表示
面积	平方米	米 ²	m ²		
体积	立方米	米 ³	m ³		
速度	米每秒	米/秒	m/s		
加速度	米每秒平方	米/秒 ²	m/s ²		
密度	千克每立方米	千克/米 ³	kg/m ³		
频率	赫兹	赫	Hz		S ⁻¹
力	牛顿	牛	N		m·kg·S ⁻²
压力(压强)、应力	帕斯卡	帕	Pa	N/m ²	m ⁻¹ ·kg·S ⁻²
能、功、热量	焦耳	焦	J	N·m	m ² ·kg·S ⁻²
力矩	牛顿米	牛·米	N·m		m ² ·kg·S ⁻²
功率	瓦特	瓦	W	J/S	m ² ·kg·S ⁻³
温度	摄氏度	度	℃		K
导热系数	瓦特每米开尔文	瓦/米·开	W/m·K		m·kg·S ⁻³ ·K ⁻¹

表 3

国际制(SI)部分词冠

因 数	词 冠	代 号	
		国 内	国 际
10 ⁹	giga	吉	G
10 ⁶	mega	兆	M
10 ³	kilo	千	K
10 ²	hecto	百	h
10 ¹	deca	十	da
10 ⁻¹	deci	分	d

10^{-2}	centi	厘	c
10^{-3}	milli	毫	m
10^{-6}	micro	微	μ
10^{-9}	nano	纳	n

表 4 本书常用的名词、术语、符号和单位

符 号	名 称	单 位
A_s	主后刀面	
A_v	前刀面	
A_s'	副后刀面	
A_c	切削面积	mm^2
a_0	切削厚度	mm
s_f	每齿进给量	mm/z
a_k	冲击值	J/m^2
a_0	切屑厚度	mm
a_p	切削深度	mm
a_w	切削宽度	mm
a_{we}	切屑宽度	mm
B	刀杆截面宽度	mm
b_{a1}	后刀面上刃带	mm
b_{r1}	负倒棱宽度	mm
b_s	过渡刃长度	mm
C	工序生产成本	
C_{F_s}	主切削力 F_s 公式的系数	
C_t	刀具成本	
C_v	切削速度公式的系数	
C	比热	$\text{J}(\text{kg} \cdot \text{deg})$
d	工件直径	mm
d_m	已加工表面直径	mm
d_0	刀具(砂轮)直径	mm
d_w	工作待加工表面直径	mm
F_f	前刀面上的摩擦力	$\text{N}(\text{kgf})$
F_{fs}	铣刀水平分力	$\text{N}(\text{kgf})$
F_n	前刀面上的法向力	$\text{N}(\text{kgf})$
F_o	铣刀轴向分力	$\text{N}(\text{kgf})$
F_p	刃口合力	$\text{N}(\text{kgf})$
F_z	切削合力	$\text{N}(\text{kgf})$
F_z'	切屑形成力	$\text{N}(\text{kgf})$
F_s	剪切面上的剪切力	$\text{N}(\text{kgf})$
F_x	走刀抗力(轴向力)	$\text{N}(\text{kgf})$
F_y	吃刀抗力(径向力)	$\text{N}(\text{kgf})$
F_z	主切削力	$\text{N}(\text{kgf})$
f	每转进给量	mm/r

(续表)

符 号	名 称	单 位
H	刀杆截面高度	mm
h	加工余量	mm
K_r	相对加工性	
k	导热系数	W/m·℃
l	被切削层长度	mm
l_c	切屑长度	mm
l_f	刀—屑接触长度	mm
l_m	切削路程长度	mm
M	切削扭矩	N·m(kgf·mm)
N	金属材料硬化程度	
NB	刀具径向磨损量	mm
n	工件转速	r/s(r/min)
n_0	刀具(砂轮)转速	r/s(r/min)
P_f	进给平面	
P_m	切削功率	KW
P_n	切削刃法剖面	
P_o	主剖面	
P_D	切深平面	
P_r	基面	
P_s	切削平面	
P_u	单位切削功率	KW/(mm ³ /s)
p_s	螺旋槽导程	mm
ρ	单位切削力	N/mm ² (kgf/mm ²)
Q	切屑重量	g
R_a	不平整度算术平均偏差	μm
R_{max}	残留面积高度	μm
r_n	刃口钝圆半径	μm
r_s	刀尖圆弧半径	mm
T	刀具耐用度	S(min)
T_e	经济耐用度	S
T_p	最高生产率耐用度	S
t_{et}	换刀时间	S
t_m	切削时间	S
t_{os}	辅助时间	S
t_w	工序工时	S
VB	后刀面磨损带中部平均磨损量	mm
VC	刀尖上后刀面磨损带宽度	mm
VN	在磨损缺口处后刀面磨损带宽度	mm
v	切削速度	m/s(m/min)
v_c	切屑流出速度	m/s
v_f	进给速度	m/s(m/min)
v_{opt}	最佳切削速度	m/s(m/min)
v_s	前切面上的切削速度	m/s

(续表)

符 号	名 称	单 位
Z_w	单位时间内的金属切除量	mm^3/s
Z	刀具齿数	
Z_c	刀具同时工作齿数	
α_f	进给平面后角	$^\circ, \text{deg}$
$\alpha_{\min}$	最小后角	$^\circ, \text{deg}$
α_n	法向后角	$^\circ, \text{deg}$
α_o	后角	$^\circ, \text{deg}$
α_{oe}	工作后角	$^\circ, \text{deg}$
α_{opt}	合理后角	$^\circ, \text{deg}$
α_p	切深平面后角	$^\circ, \text{deg}$
β	前刀面上的摩擦角	$^\circ, \text{deg}$
γ_f	进给平面前角	$^\circ, \text{deg}$
γ_n	法向前角	$^\circ, \text{deg}$
γ_o	前角	$^\circ, \text{deg}$
γ_{oe}	工作前角	$^\circ, \text{deg}$
γ_{opt}	合理前角	$^\circ, \text{deg}$
γ_{ol}	负倒棱前角	$^\circ, \text{deg}$
γ_p	切深平面前角	$^\circ, \text{deg}$
δ	接触角	$^\circ, \text{deg}$
ε	相对滑移	$^\circ, \text{deg}$
ε_f	刀尖角	$^\circ, \text{deg}$
η_m	机床效率	
θ	切削温度	$^\circ\text{C}$
$\bar{\theta}$	平均切削温度	$^\circ\text{C}$
K_r	主偏角	$^\circ, \text{deg}$
K_{r1}	过渡刃主偏角	$^\circ, \text{deg}$
K_{r1}'	副偏角	$^\circ, \text{deg}$
λ_n	刃倾角	$^\circ, \text{deg}$
μ	摩擦系数	
ξ	变形系数	
ρ	密度	kg/m^3
σ	表面残余应力	$P_n(\text{kgf}/\text{mm}^2)$
σ_b	抗弯强度	$P_n(\text{kgf}/\text{mm}^2)$
σ_r	前刀面的正应力	$P_n(\text{kgf}/\text{mm}^2)$
σ_ϕ	剪切面的正应力	$P_n(\text{kgf}/\text{mm}^2)$
τ_n	剪切屈服强度	$P_n(\text{kgf}/\text{mm}^2)$
τ_r	前刀面的正应力	$P_n(\text{kgf}/\text{mm}^2)$
τ_ϕ	剪切面的剪应力	$P_n(\text{kgf}/\text{mm}^2)$
ϕ	剪切角	$^\circ, \text{deg}$
χ	切削合力的方向与剪切面之间的夹角	$^\circ, \text{deg}$
Ψ_r	余偏角	$^\circ, \text{deg}$
ψ_k	切屑流出方向角	$^\circ, \text{deg}$
ω	切削合力方向与切削速度方向的夹角 (作用角)	$^\circ, \text{deg}$

目 录

第一篇 基 本 概 念

第一章 切削运动和刀具角度定义	(1)
§ 1—1 切削运动	(1)
§ 1—2 刀具切削部分的组成要素	(2)
§ 1—3 刀具角度	(3)
§ 1—4 切削层要素	(8)
§ 1—5 刀具角度的换算	(11)
* § 1—6 车刀刃磨时转动角度的修正计算	(17)
第二章 工件材料和刀具材料	(21)
§ 2—1 工件材料	(21)
§ 2—2 刀具材料	(28)

第二篇 金属切削的基本规律

第三章 切削变形	(39)
§ 3—1 切屑形成机理	(39)
§ 3—2 剪切区的变形	(46)
§ 3—3 刀~屑接触区的变形与摩擦	(51)
§ 3—4 刀~工接触区的变形与加工表面质量	(57)
§ 3—5 影响切削变形的因素	(64)
* § 3—6 金属切削过程中位错理论概述	(67)
* § 3—7 金属切削过程的研究方法	(69)
第四章 切削力	(74)
§ 4—1 切削力的来源、切削分力及其作用	(74)
§ 4—2 切削力的理论公式	(76)
§ 4—3 影响切削力的因素	(78)
§ 4—4 切削力的测量和实验公式的建立	(84)
§ 4—5 切削力的计算公式和例题	(90)
第五章 切削温度	(96)
§ 5—1 切削热的产生与传出	(96)
§ 5—2 测量切削温度的方法	(98)
§ 5—3 切削温度变化规律的实验研究	(101)
§ 5—4 切削区的温度分布	(103)
* § 5—5 切削温度的理论分析	(105)
第六章 刀具磨损	(117)
§ 6—1 刀具磨损形式与磨损过程	(117)

§ 6-2	刀具磨损的原因与本质	(119)
§ 6-3	切削用量与刀具耐用度之间关系的经验公式	(128)
§ 6-4	刀具的破损	(132)

第三篇 提高金属切削效益的途径

第七章	切削性能的改善与提高	(138)
§ 7-1	改善工件材料的切削加工性	(138)
§ 7-2	提高刀具材料的切削性能	(144)
§ 7-3	合理选用切削液	(149)
第八章	刀具几何参数的合理选择	(156)
§ 8-1	前角及前刀面的选择	(156)
§ 8-2	后角及后刀面的选择	(161)
§ 8-3	主偏角及副偏角的选择	(164)
§ 8-4	斜角切削及刃倾角的选择	(167)
§ 8-5	几种典型车刀几何参数的综合分析	(171)
第九章	切削用量的合理选择与优化	(176)
§ 9-1	切削用量优化的目标与目标函数	(176)
§ 9-2	限制切削用量提高的约束条件	(177)
§ 9-3	切削用量合理选择的原则与合理的刀具耐用度	(181)
§ 9-4	切削用量合理选择的方法与步骤	(182)
§ 9-5	切削用量优化方法	(186)

第四篇 典型切削加工的基本规律

第十章	钻 削	(196)
§ 10-1	麻花钻的构造和钻削运动	(196)
§ 10-2	麻花钻的几何参数	(197)
§ 10-3	钻削用量和切削层要素	(205)
§ 10-4	钻削过程的特点	(206)
§ 10-5	钻削力与扭矩	(207)
§ 10-6	钻头的磨损、耐用度与钻削用量选择特点	(211)
§ 10-7	麻花钻几何参数的改进	(215)
第十一章	铣 削	(223)
§ 11-1	铣刀的构造和铣削运动	(223)
§ 11-2	铣刀的几何参数	(224)
§ 11-3	铣削用量和切削层要素	(226)
§ 11-4	铣削力	(231)
§ 11-5	铣削方式	(233)
§ 11-6	铣刀的磨损、破损、耐用度与铣削用量选择的特点	(236)
§ 11-7	提高铣削效率的途径	(240)
第十二章	磨 削	(247)

§ 12—1	砂轮特性及选择	(247)
§ 12—2	磨削运动和磨削要素	(250)
§ 12—3	砂轮工作面形貌	(256)
§ 12—4	磨削过程机理	(258)
§ 12—5	磨削力	(260)
§ 12—6	磨削温度	(262)
§ 12—7	砂轮磨损与耐用度	(265)
§ 12—8	磨削表面质量	(267)
§ 12—9	提高磨削效益的途径	(271)
	参考文献	(276)

第一篇 基本概念

第一章 切削运动和刀具角度定义

为了实现切削加工，除了要有被加工零件外，还应有刀具和切削运动。

本章主要以外圆车刀为对象，叙述了切削过程中的切削运动、切削用量、刀具切削部分的组成要素、刀具几何角度的基本定义、工作角度、切削层要素和残留面积，并且分析了刀具几何角度之间的相互关系及其换算的方法。

这些基本概念也适用于其它刀具。是选用、革新、设计刀具必须首先掌握的内容之一。

§1—1 切 削 运 动

在金属切削加工中，为了切除多余的金属，刀具和工件间必须有相对运动。以图1—1所示的普通外圆车削为例，工件要旋转，刀具要作直线运动。

相对运动包括：主运动和进给运动

主运动 切削运动中速度最高、消耗功率最大的运动称为主运动。是切下金属所必须的基本运动，如车削中工件的旋转或铣削中刀具的旋转等。主运动速度即切削速度 v ，外圆车削或用旋转刀具进行切削加工时，以下式计算：

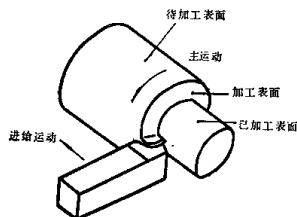


图1—1 车削时的切削运动

$$v = \frac{\pi d n}{1000} \cdot \frac{m}{s} \left(\frac{m}{min} \right) \quad (1-1)$$

式中 d ——工件或刀具外径 mm ；

n ——工件或刀具转速 $\frac{r}{s} \left(\frac{r}{min} \right)$

进给运动：使新的金属层不断投入切削，以便切完工件表面上全部余量的运动。进给运动的大小可用**进给量** $f \frac{mm}{r}$ 表示。对于外圆车削，进给量指工件转一转，刀具沿工件轴向的

移动距离，对多刃刀具常用到每齿进给量 $a_z \frac{mm}{z}$ 及每秒进给量 $v_f \frac{mm}{s}$ 。

在整个切削过程中，工件上有三个不断变化着的表面：

待加工表面：即将被切去金属层的表面；

加工表面：切削刃正在切削的表面；

已加工表面：已经切去多余的金属而形成的新表面。

这些定义也适用于其它切削加工。图1—2, a)、b)、c) 分别表示了刨削、钻削、铣削时的切削运动。

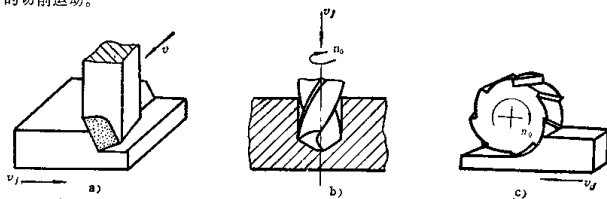


图1—2 刨、钻、铣的切削运动

主运动和进给运动的合成：

车削时主运动和进给运动同时进行，刀具上切削刃某一点相对于工件的合成运动称合成切削运动。可用合成速度向量 $\vec{v}_c$ 表示。由图1—3可知，合成速度向量 $\vec{v}_c$ 等于主运动速度 $\vec{v}$ 与进给速度 $\vec{v}_f$ 的向量和，即

$$\vec{v}_c = \vec{v} + \vec{v}_f \quad (1-2)$$

图1—3 车削时的合成速度向量

显然，沿切削刃各点的合成速度向量并不相等。

§ 1—2 刀具切削部分的组成要素

切削刀具的种类繁多、形状各异，但就其切削部分而言，则都可以看成是外圆车刀刀头的演变。

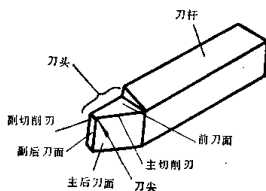


图1—4 刀具切削部分组成要素
表面。

图1—4所示的为常见的普通车床上所使用的外圆车刀。它由刀杆（用来把车刀固定在刀座上）和刀头（切削部分）所组成。

刀头直接担负切削工作，它由下列要素组成：
刀面：

前刀面 ($A\gamma$)：刚形成的切屑沿其流出的表面；

主后刀面 ($A\alpha$)：和工件加工表面相对的表面；

副后刀面 ($A\alpha'$)：和工件已加工表面相对的表面。

切削刃：两个刀面相交形成了切削刃。

主切削刃：前刀面和主后刀面的交线，它担任主要切削工作；

副切削刃：前刀面和副后刀面的交线。

刀尖：主切削刃和副切削刃的交点。

§ 1—3 刀 具 角 度

在表达刀具几何角度时，仅靠刀头上的几个面是不够的，要人为地再建立几个坐标平面，以便与刀具刀头上的各个面组成相应的角度。

一、刀具切削角度的坐标平面

刀具的切削角度，是刀具在同工件和切削运动相联系的状态下确定的角度，所以刀具角度的坐标系应该相对于合成切削速度向量 $\vec{v}_c$ 来说明。

由于大多数加工表面都不是平面，而是空间曲面，不便于直接用来做为坐标平面，因此需通过切削刃某一选定点，做工件加工表面的切平面和法平面，以构成刀具角度的坐标系，它们的定义如下（图1—5）：

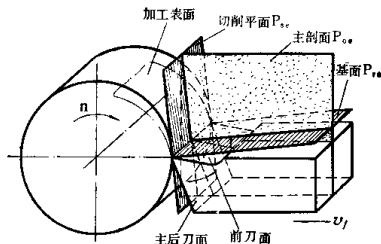


图1—5 横车的基面、切削平面和主剖面

切削平面：通过切削刃某选定点，切于加工表面的平面。

基面：通过切削刃某选定点，垂直于合成切削速度向量 $\vec{v}_c$ 的平面。

显然，切削平面与基面互相垂直。

图1—5所示为横车时的基面和切削平面，它们分别是运动轨迹面（加工表面为阿几米德螺旋面）的法平面和切平面，并相应的与刀头的前刀面和主后刀面组成了夹角。

但如所共知，两平面的夹角，当采取的测量平面不同时，其值亦异。因此，为了正确的测量出两平面间的夹角，还必须规定其测量平面。

主剖面：垂直于主切削刃在基面上的投影的平面。

这样，在主剖面内量得的两平面间的夹角值就是唯一的了。

同理有副切削刃的主剖面：垂直于副切削刃在基面上的投影的平面。

二、刀具标注角度的坐标系（主剖面坐标系）

为便于刀具设计者在设计刀具时的标注，一般先合理地规定一些条件。在车削时，这些条件是：

- (1) 装刀时，刀尖恰在工件中心线上；
- (2) 刀具的轴线垂直工件的轴线；
- (3) 没有进给运动；
- (4) 工件已加工表面的形状是圆柱表面。

基于这些条件，以常见的普通外圆车刀为例，当主切削刃处在水平线上，没有进给运动时，则主切削刃上任一点M的基面、切削平面、主剖面可画如图1—6。此时，切削平面包含了主切削刃并垂直于刀杆支承面；基面包含主切削刃并垂直于切削平面，即与刀杆支承面平行；主剖面垂直于主切削刃在基面上的投影的平面（在图1—6中主切削刃与主切削刃在基面中投影相互平行）。因此，主剖面坐标系内三个坐标平面互相垂直，构成一个空间直角坐标系。

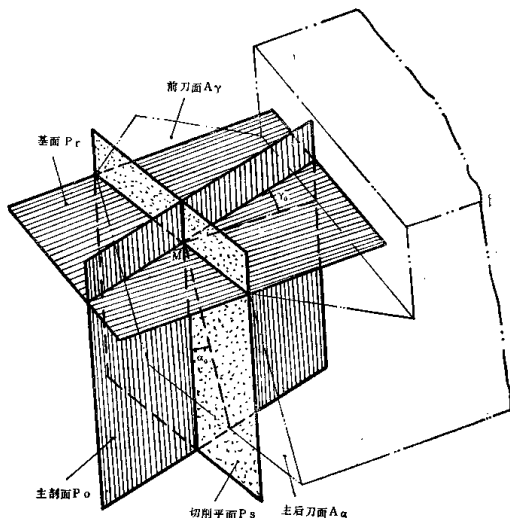


图1—6 刀具标注角度坐标系（主剖面）

有了这些坐标平面之后就可以确定刀具上的角度了，这些角度及其定义有：（图1—7）在主剖面 P_o 中，

前角 γ_o ：前刀面与基面之间的夹角；

在图示情况，即前刀面在基面之下称正前角；当前刀面在基面之上时称为负前角。

后角 α_o ：后刀面与切削平面之间的夹角；

楔角 β_o ：前刀面与主后刀面之间的夹角。

当 γ_o 、 α_o 已定， β_o 可按下式求得：

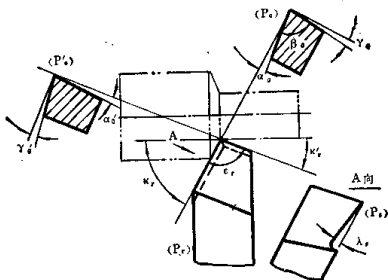


图1—7 车刀的标注角度

$$\beta_0 = 90^\circ - (\gamma_0 + \alpha_0)$$

(1—3)

在基面 P_r 中:

主偏角 κ_r : 进给方向与主切削刃在基面上的投影之间的夹角;

副偏角 κ'_r : 进给方向与副切削刃在基面上的投影之间的夹角;

刀尖角 ϵ_r : 主切削刃与副切削刃在基面上的投影之间的夹角, 有:

$$\epsilon_r = 180^\circ - (\kappa_r + \kappa'_r)$$

(1—4)

在切削平面 P_s 中:

刃倾角 λ_r : 主切削刃与基面的夹角。

根据ISO规定, 当刀尖是主切削刃上最低点时, λ_r 为负值 (图1-8b)); 当刀尖是主切削刃上最高点时, λ_r 为正值 (图1-8c))。(注意: 此规定同过去习惯的正、负号恰相反)。

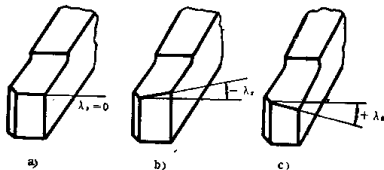


图1—8 刃倾角的符号

$\lambda_r = 0$ 的切削称为**直角切削**或**正切削** (图1-9

a)), 此时主切削刃与切削速度方向相垂直。

$\lambda_r \neq 0$ 的切削称为**斜角切削**或**斜切削** (图1-9b)), 此时主切削刃与切削速度方向不垂直。

在副切削刃的主剖面 P'_r 中:

副后角 α'_s : 副后面与切削平面之间的夹角;

副前角 γ'_s : 在副切削刃的主剖面中前刀面

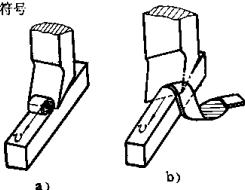


图1—9 直角切削和斜角切削