

高等专科学校试用教材

金属切削原理与刀具

陆剑中 孙家宁 主编

机械工业出版社

GAOZHUANJIAOCAI

高等专科学校试用教材

金属切削原理与刀具

陆剑中 孙家宁 主编



机械工业出版社

金属切削原理与刀具
陆剑中 孙家宁 主编

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街)
(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 $787 \times 1092 \frac{1}{2}$ • 印张 $24 \frac{1}{2}$ • 字数 530 千字
1985年12月北京第一版 • 1985年12月北京第一次印刷
印数 00,001—25,100 • 定价 5.05 元

统一书号: 15033·6218

前 言

本书是高等专科学校机械制造类专业的试用教材,是根据机械工业部教育局初步审定的招收高中毕业生,学制为三年的教学大纲编写的。

本书也适用于职工大学、业余大学。中等专业学校也可选用为教材,并可供有关工厂技术人员参考。

本书由“金属切削原理”与“金属切削刀具”两部分组成。原理部分重点讲解车削过程基本规律及其应用,然后介绍钻削、铣削、磨削过程特点。刀具部分在讲清 ISO 刀具标准与角度换算的基础上,讲解主要类型刀具设计与使用。其中钻削、铣削原理与刀具合并第七、十章,磨削与砂轮放在最后。

全书内容取材与编写的主要特点为: 1) 加强基础、更新内容,着重讲述基本原理,同时考虑到扩大知识面,适当反映一些国内外新成果; 2) 加强切削原理的基础理论,介绍切削实验与测试基础知识,注重理论联系实际,用于分析刀具设计、使用与革新; 3) 注重常用标准刀具选择与使用,并介绍一些实践经验,在非标刀具中选择有代表性的几种介绍设计原理与计算方法; 4) 全书贯彻国家法定计量单位以及 ISO 刀具切削部分几何形状术语、符号,运用 ISO 推荐的刀具角度标注坐标系分析计算各类刀具; 5) 力求做到重点突出、少而精、深入浅出、更新插图、通俗易懂,以便学生自学。

全书各章作者为:绪论、第一、二、五、七、十一、十二章孙家宁,第三、四、六、九、十三章陆剑中,第八、十章周志明,第十四章盛善权。

本书由上海机械专科学校陆剑中、孙家宁主编,机械部成都工具研究所尹洁华主审。参加审稿会议的有莫显初、都曾泽、刘安琴、李世福、宋明义、夏森强、韩步愈、吴林禅、刘长义、郑光华、陈玉光、聂祖荫等。并邀请了重庆大学肖诗纲、广西大学邵杰参加审稿。南京工学院汤铭权、桂林电子工业学院楼希翱提出了书面意见。

在编写过程中,得到有关院校、工厂和研究的大力支持与帮助。上海机械专科学校切削实验室李兆品、高运泽协助进行切削实验和有关同志协助绘图工作,谨此一并表示衷心感谢。

由于编者水平所限和编写时间较仓促,书中错误和不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者 1984.10

全书常用名词、术语符号说明

本书使用的名词、术语符号选用的原则是：优先采用国标，没有国标的尽可能选用国际标准，如ISO 3002/1-1977 和 CIRP 的金属切削统一名词术语。其组成方法有二：1) 用英文、希腊文字母；2) 用字母与上或下角标组成的复合符号。下面分别介绍本书中最常用的名词、术语和符号。

一、单一英文字母符号

符 号	名称或表达意义	符 号	名称或表达意义
A	面积、截面积 加工余量 刀具表面	N	次数、铲削次数
a	中心距 厚度、深度	n	转数 头数、槽数
B	宽度、深度	P	参考坐标系平面 齿距、螺距、导程 功率
b	齿宽、键宽、刃宽	P	单位切削力
C	成本 系数	Q	热量、流量
c	顶隙	q	螺杆直径系数
D	直径	R	半径
d	钻头、铣刀直径 内径、分圆直径	r	半径、圆弧半径
e	偏心距	S	切削刃
F	作用力、轴向力	s	齿厚、分圆齿厚
f	进给量 侧角宽	T	刀具耐用度 刀具截形深
H	高度、深度	t	时间 深度
h	齿高、槽深	V	体积
i	传动比	v	速度、切削速度
K	系数、修正系数 铲削量	W	公法线长
k	导热系数	X	指数 变位量
L	长度、距离	x	x 坐标轴
l	行程长、齿宽	Y	指数
M	扭矩	y	y 坐标轴
m	模数 指数	Z	槽数、铣、铰刀齿数
		z	齿数，齿轮齿数 z 坐标轴

二、单一希腊字母符号

符 号	名称或表达意义	符 号	名称或表达意义
α	后角、压力角、齿形角	ϵ	刀尖角
β	螺旋角、分圆螺旋角、摩擦角、楔角	ϵ	相对滑移
γ	前角、导程角		角度
δ	节锥角、方位角 误差、公差、收缩量、扩大量	η	效率
		θ	温度 侧角、斜角、方位角

(续)

符 号	名称或表达意义	符 号	名称或表达意义
κ	切削刃偏角	τ	斜角
λ	切削刃倾角		剪应力
μ	摩擦系数		斜角、安装角
v	应变速度	ϕ	剪切角、半锋角
ξ	变形系数	φ	导角、作用角
ρ	密度	ψ	横刃斜角、余偏角
	向径、极径		螺旋升角
	曲率半径	ω	角速度
Σ	轴交角		作用角
σ	应力、主应力		

三、带角标的复合符号

上角标符号	表 达 意 义	组 合 示 例
*	尺寸系数	c^* 顶隙系数 h_a^* 齿顶高系数
'	节圆的、啮合的、副切削刃的	d' 节圆直径 δ' 节锥角 P_o' 副刃主剖面 α_o' 副后角
下角标符号	表 达 意 义	组 合 示 例
0	原始的 刀具的	ϕ_0 原始半锋角 α_0 刀具齿形角 h_0 刀具齿全高 P_{z0} 滚刀基本蜗杆导程
1	小齿轮的、蜗杆的、第一的、内径的	d_1 小齿轮、蜗杆分圆直径、螺纹内径 γ_{01} 第一前刀面前角
2	大齿轮的、蜗轮的、第二的、中径的	z_2 大齿轮、蜗轮齿数 d_2 螺纹中径
a	齿顶的	d_a 齿顶圆直径 θ_a 齿顶角
av	平均的	a_{av} 平均切削厚度
b	基圆的	r_b 基圆半径 β_b 基圆螺旋角
c	切削的 中心的	A_c 切削面积 P_c 中剖面
ch	切屑的	l_{ch} 切屑长度
d	端面的 径向的	P_d 端面 δ_d 径向误差
e	工作的 实际的、合成的 当量的	P_{re} 工作基面 v_e 合成切削速度 K_e 铲削当量

(续)

下角标符号	表 达 意 义	组 合 示 例
f	齿根的 进给的 摩擦的	d_f 根圆直径 P_f 进给剖面 F_f 摩擦力
g	刀面正交剖面的 刀槽的	P_g 前刀面正交剖面 γ_g 最大前角 γ_{gg} 刀槽最大前角
i	任意的	γ_i 任意剖面前角
k	铣、滚刀槽的	P_k 容屑槽导程 r_k 槽底圆弧半径
L	左的、左旋的 长度方向、轴向的	α_{0L} 刀具左侧齿形角 δ_L 长度方向误差
m	机床的 切削的 已加工的	η_m 机床效率 t_m 切削时间 d_m 已加工表面直径
n	法向的 法剖面的	F_n 法向力 $\gamma_{gx n}$ 刀槽横向法剖面前角
o	主剖面的	γ_{os} 刀槽主剖面前角
p	切深剖面的	α_p 切深后角
R	右的、右旋的 圆弧的	K_{zR} 右侧轴向铲削量 α_{Rv} 圆弧刃后角
r	基准的 基面投影的	P_r 基面 κ_r 主偏角
s	切削平面投影的 剪切面的 切削刃的	λ_s 刃倾角 F_s 剪切力 l_{se} 切削刃实际工作长度
t	端面的 工具的, 刀具的	λ_t 端面刃倾角 L_t 刀杆长度
w	工件的 待加工的	v_w 工件线速度 d_w 待加工表面直径 a_w 切削宽度
x	任意的 横剖面的 x 轴的	β_x x 点螺旋角 γ_{gx} 刀槽横剖面前角 K_{Fx} 轴向(x 轴)切削力修正系数
y	纵剖面的 y 轴的	γ_{gy} 刀槽纵剖面前角 C_{Fy} 径向(y 轴)切削力系数
z	z 轴的 轴向的	F_z 主切削(z 轴)力 K_z 轴向铲削量
α	后面的	A_α 后刀面(后面)
γ	前面的	A_γ 前刀面(前面) $b_{\gamma 1}$ 第一前刀面宽度

(续)

下角标符号	表 达 意 义	组 合 示 例
β	刀楔的	r_β 刃口圆弧半径
ϵ	刀尖的、过渡刃的	b_ϵ 刀尖倒角宽
η	流屑平面的	γ_η 实际前角
ψ	横刃的	$\lambda_{s\psi}$ 横刃刃倾角
τ	钻头内刃的	γ_τ 内刃前角
θ	温度的	C_θ 切削温度系数
		p_s 单位切削功率 p' 单位刃宽切削力 P_E 电机输出功率 Z_w 金属切除率 α_b 最小后角 α_{fo} 钻头外缘刃后角 T_a 最低成本耐用度 T_p 最高生产率耐用度

目 录

全书常用名词、术语符号说明

绪论	1
§ 1 我国金属切削发展概况	1
§ 2 本课程内容与学习方法	2
第一章 刀具几何角度与切削要素	4
§ 1-1 切削运动与切削用量	4
§ 1-2 刀具切削部分的基本定义	6
§ 1-3 刀具几何形状的图示方法	12
§ 1-4 车刀刃磨时的调整	15
§ 1-5 刀具工作坐标系与工作角度	18
§ 1-6 斜角切削与实际前角	26
§ 1-7 切削层	27
第二章 刀具材料	29
§ 2-1 概述	29
§ 2-2 高速钢	30
§ 2-3 硬质合金	33
§ 2-4 陶瓷	37
§ 2-5 超硬刀具材料	38
第三章 金属切削过程的基本规律	41
§ 3-1 切削变形	41
§ 3-2 切削力	55
§ 3-3 切削热与切削温度	67
§ 3-4 刀具磨损与刀具耐用度	72
第四章 金属切削过程基本规律的应用	83
§ 4-1 切屑的控制	83
§ 4-2 工件材料的切削加工性	89
§ 4-3 切削液	92
§ 4-4 已加工表面质量	95
§ 4-5 刀具几何参数的合理选择	103
§ 4-6 切削用量的合理选择	111
第五章 车刀	121
§ 5-1 车刀的类型	121
§ 5-2 刀具角度的换算	122
§ 5-3 焊接车刀	126
§ 5-4 可转位车刀	132

§ 5-5 机夹车刀	142
§ 5-6 车刀铣槽工艺调整原理	147
第六章 成形车刀	150
§ 6-1 成形车刀的种类和用途	150
§ 6-2 成形车刀的几何角度	151
§ 6-3 成形车刀的截形设计	154
§ 6-4 成形车刀的装夹和刀体结构	161
§ 6-5 成形车刀的使用	164
§ 6-6 棱形成形车刀设计举例	166
第七章 钻削与钻头	170
§ 7-1 麻花钻结构与几何参数	170
§ 7-2 钻削过程特点与钻削用量选择	181
§ 7-3 麻花钻的修磨与群钻	185
§ 7-4 钻头的结构及其改革	191
§ 7-5 深孔钻	194
第八章 扩孔钻、铰钻、铰刀和镗刀	201
§ 8-1 扩孔钻、铰钻	201
§ 8-2 铰刀	202
§ 8-3 镗刀	217
第九章 拉刀	221
§ 9-1 拉刀的种类与用途	221
§ 9-2 拉刀的组成与拉削过程特点	223
§ 9-3 拉削方式	226
§ 9-4 综合轮切式圆孔拉刀设计	228
§ 9-5 矩形花键拉刀的设计特点	235
§ 9-6 拉刀的使用和结构改进	238
§ 9-7 倒角—花键复合拉刀设计举例	243
第十章 铣削与铣刀	248
§ 10-1 铣刀的类型和几何参数	248
§ 10-2 铣削要素	251
§ 10-3 铣削力	253
§ 10-4 顺铣与逆铣	256
§ 10-5 铣刀的磨损与耐用度	257
§ 10-6 常用尖齿铣刀的结构特点与应用范围	261
§ 10-7 硬质合金面铣刀	265
§ 10-8 高速钢尖齿铣刀的革新方向	274
§ 10-9 铲齿成形铣刀	275
§ 10-10 铣刀的刃磨	282
第十一章 螺纹刀具	283
§ 11-1 丝锥	283
§ 11-2 其它螺纹刀具	289
第十二章 齿轮刀具	297

§ 12-1	齿轮刀具的种类	297
§ 12-2	盘形齿轮铣刀的选用	298
§ 12-3	齿轮滚刀	299
§ 12-4	蜗轮滚刀	325
§ 12-5	插齿刀	331
§ 12-6	其它齿轮刀具简介	339
第十三章	组合刀具、自动线刀具和数控机床刀具	344
§ 13-1	组合刀具	344
§ 13-2	自动线刀具	351
§ 13-3	数控机床用刀具简介	355
第十四章	磨削与砂轮	359
§ 14-1	磨削运动	359
§ 14-2	砂轮	360
§ 14-3	磨削过程	366
§ 14-4	磨削表面质量	374
§ 14-5	先进磨削方法	377
主要参考文献		381

绪 论

§ 1 我国金属切削发展概况

金属切削加工是指利用刀具切除被加工零件多余材料的方法。它能获得几何形状、尺寸精度和表面质量要求较高的零件，是机械制造工业中最基本的加工方法，在国民经济中占有重要地位。

我国古代在金属切削方面有着光辉的成就。公元前二千多年青铜器时代已开始出现了金属切削加工的萌芽。当时青铜刀、锯、锉等刀具已经类似于现代的刀具。春秋中晚期，有一部现存的最早工程技术著作《考工记》。上面介绍了木工、金工等三十个专业技术知识。书中指出：“材美工巧”是制成良器的必要条件。“材美”指用优良的材料，“工巧”指采用合理的工艺。由大量出土文物与文献推测，最迟在八世纪（唐代）我国已有原始的车床。

公元一六六八年（明代）制造天文仪器 2m 直径的铜环，其外圆、内孔、平面及刻度的加工精度与表面粗糙度均达到相当高的水平，如图 1 所示。当时采用畜力带动铣刀进行铣削，用磨石进行磨削。铣刀已类似于近代的镶片铣刀。图 2 为用脚踏刃磨机刃磨刀片的情况。

在长期生产实践中，古人已注意总结刀具经验。明代张自烈著《正字通》中指出：“刀为体，刃为用，利而后能载物，古谓之芒。刃从坚则钝，坚非刃本义也”。由此说明，古人已十分强调刀刃的作用，正确阐明了刀刃利与坚的关系，对切削原理已有了朴素的唯物辩证的认识。

近代历史中，我国机械工业处于落后状态。十九世纪中叶起才开始有少量机械工厂。1915 年上海荣锡泰机器厂造出了国产第一台车床。据统计直到 1947 年，民用机械工业只有三千多个企业，拥有机床两万多台。当时使用碳素工具钢刀具，切削速度仅能在 $10\text{m}/\text{min}$ 以内，切削效率很低。

新中国成立三十余年，我国金属切削水平得到突飞猛进的发展。自五十年代起就广泛使用了高速钢、硬质合金，大力推广高速切削、强力切削，多刀多刃切削，开展了刀具几何参数的改革与研究。在学习国内外经验的同时，广泛开展了技术革新与技术革命活动，创造了大量的先进刀具。如群钻、75° 强力车刀、高速螺纹刀、细长轴车刀、宽刃精刨刀、强力铣

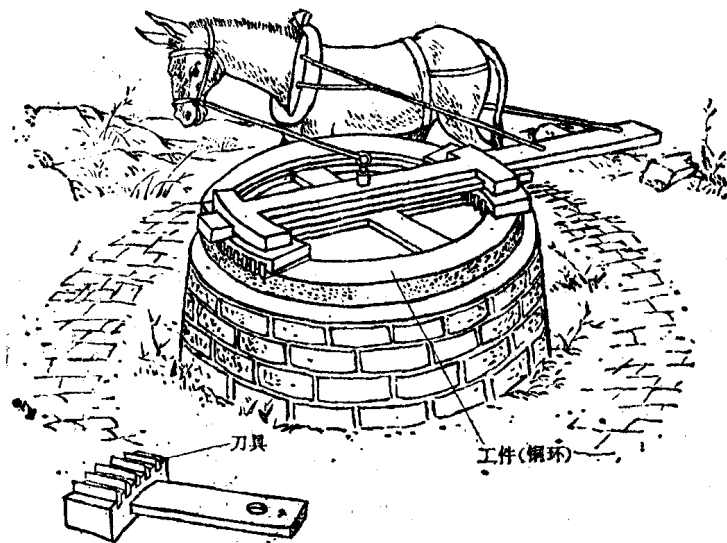


图 1 一六六八年天文仪器铜环的铣削加工

刀、拉式丝锥、深孔钻等。工具研究所、大专院校普遍建立切削实验室,开展切削机理、切削力、切削温度、刀具磨损、加工表面质量等方面的研究。有关单位不断研究、生产出新型刀具材料:如高性能高速钢、粉末高速钢、涂层高速钢、细晶粒与涂层硬质合金、复合陶瓷、立方氮化硼与人造金刚石等。有关工具厂不断革新产品,改革工艺,扩大品种,提高刀具的精度与性能,已能制造各类普通、复杂刀具,满足生产的需要。

八十年代初我国已建立起庞大的机械制造业,切削加工水平已接近并正在赶上国际先进水平。今天能切削加工的材料十分广泛,从软橡胶、塑料到高强度钢、钛合金、冷硬铸铁,淬硬钢以及 HRC70 左右的热喷焊层等。

随着精密机械、电子、造船、宇航等工业的发展,新材料、新产品的不断出现,

在金属切削加工中碰到的新问题也日益增多。如解决硬、韧、脆、粘等难加工材料的切削;解决精、光、深、长、薄、小件的加工等等。从国内外金属切削原理与刀具的发展趋势来看,主要有以下几个方面:

1. 进一步研究,推广使用新型优质刀具材料,满足加工要求,提高加工表面质量与切削效率,降低成本。
2. 不断研究改革刀具的结构、几何参数、切削图形与切削方法;扩大硬质合金、可转位刀具的应用范围;提高刀具标准化、系列化的程度;改革刀具使用中的管理方法,提高经济效益。
3. 采用现代化测试手段,先进的实验方法,开展对切削机理的研究,特别是研究难加工材料与新刀具材料的切削规律,使之不断创新。
4. 应用电子计算机处理实验数据,优化切削参数,设计复杂刀具等,以电脑代替人工,提高工作效率。

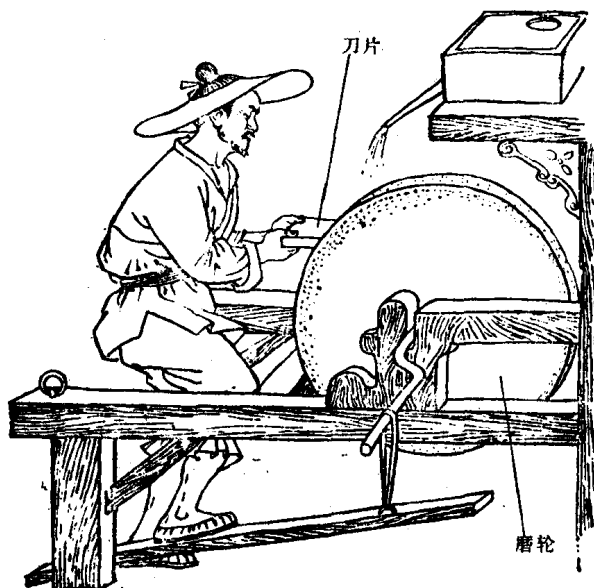


图2 一六六八年脚踏刀磨机

§2 本课程内容与学习方法

金属切削原理与刀具是研究金属切削过程基本规律与刀具设计、使用的一门科学,是机械制造专业的重要课程。其中切削原理又是本课及其它专业课的基础。

金属切削原理研究的主要内容有:刀具材料的性能与选用;刀具切削部分几何参数;切削过程现象与变化规律;被切削材料的加工性;提高加工表面质量与经济效益的方法;钻削、铣削、磨削过程特点等。这些内容又可以归纳为两个方面的问题:

1. 几何问题:主要指刀具几何角度、参数及其相互关系。一般应先学好车刀角度、弄清定义,画图标注以及换算方法。通过实验、做练习等手段加深理解,进而在车刀、钻头、铣

刀、齿轮刀具等章节的学习中不断反复应用，深化与提高，才能切实掌握。

2. 规律问题：主要指切削变形、切削力、切削温度、刀具磨损等规律。其中应先认识切削变形规律，通过实验建立感性概念，分析各种因素对其影响，进而学习切削力、切削温度、刀具磨损规律。通过在改善加工表面质量、提高切削加工的经济性等章节的学习，逐渐掌握切削规律在生产中的应用方法。

金属切削刀具是切削加工中重要工具，也是切削加工中影响生产率、加工质量与成本的最活跃的因素。因为刀具变化灵活、改革简便、收效显著。

刀具种类繁多，例如有单刃刀具，多刃刀具，成形刀具；有整体高速钢刀具，镶片硬质合金刀具，机夹、可转位式刀具等。本书按加工方式划分刀具章节，有车刀、钻头、铰镗刀、铣刀、拉刀、螺纹刀具、齿轮刀具等。由单刃到多刃，由简单到复杂顺序讲解。在各种类型的刀具中，又可分为如下两类，对它们的教学方法也有所不同：

1. 标准刀具：指专业工厂按国标或部标生产的刀具。如可转位车刀、麻花钻、铰、铣刀，丝锥、板牙、插齿刀、齿轮滚刀等。这类刀具讲解的重点是结构，工作原理，选择与使用方法。其中还讲解了机夹、可转位车、铣刀结构分析，刀片槽型的选择，以及麻花钻的修磨与群钻，为使用面广的通用刀具改革，推广先进刀具打下初步基础。

2. 非标准刀具：指需专门设计制造的刀具。如成形车刀与铣刀、拉刀、蜗轮滚刀等。这类刀具主要讲解其设计原理与计算方法，并举成形车刀、铰刀、拉刀、蜗轮滚刀设计实例。此外，还通过设计作业进行练习，以达到初步掌握一般非标刀具设计计算及绘图方法。

金属切削原理与刀具是与生产实践紧密联系的，涉及知识面较广。因此除学好教材上基本内容以外，还应阅读有关资料，熟悉有关手册、样本，特别要重视生产实际，参加生产劳动与工作实践。这样才能做到理论联系实际，逐步提高解决实际问题的工作能力。

第一章 刀具几何角度与切削要素

本章以车刀为代表,讲解切削运动、刀具几何角度、切削要素方面的名词术语与基本定义。着重讲解车刀几何形状的分析与图示方法;刀具标注坐标系与刀具角度;刀具工作坐标系与工作角度。掌握这些内容,并深刻理解,就能达到学会分析各类刀具的目的。本章是学习金属切削原理、刀具设计与使用的重要基础。

§ 1-1 切削运动与切削用量

一、切削运动、切削层与工件上形成的表面

金属切削机床的基本运动有直线运动和回转运动。但是,按切削时工件与刀具相对运动所起的作用来分,可分为主运动和进给运动。图1-1表示了车削运动、切削层及工件上形成的表面。

(一) 主运动

主运动是进行切削的最主要的运动。通常它的速度最高,消耗机床动力最多。机床的主运动只有一个。车、镗削的主运动是工件与刀具相对的旋转运动。

(二) 进给运动

进给运动与主运动配合后,将能保持切削工作连续或反复地进行,从而切除切削层形成已加工表面。机床的进给运动可由一个、两个或多个组成,通常消耗动力较小。进给运动可以是连续运动,也可以是间歇运动。如图1-1中,车外圆时纵向进给运动 v_f 是连续的,横向进给运动 v_{ap} 是间断的。

(三) 切削层

在图1-1中,设切削时工件旋转一周,刀具从位置I移到位置II。切削刃在I、II之间的一层材料被切下。刀具正在切削着的这层材料称切削层。图中 $\square ABCD$ 称切削层横截面积。

(四) 工件上形成的表面

切削时,工件上有三个不断变化着的表面:

待加工表面:即将被切除的表面;

已加工表面:经过切削形成的表面;

加工表面:切削刃正在切削的表面。

二、切削用量、切削时间与金属切除率

切削用量可用来表示主运动及进给运动参数的数量,以便用于调整机床。它包括切削速度、进给量、切削深度三要素。

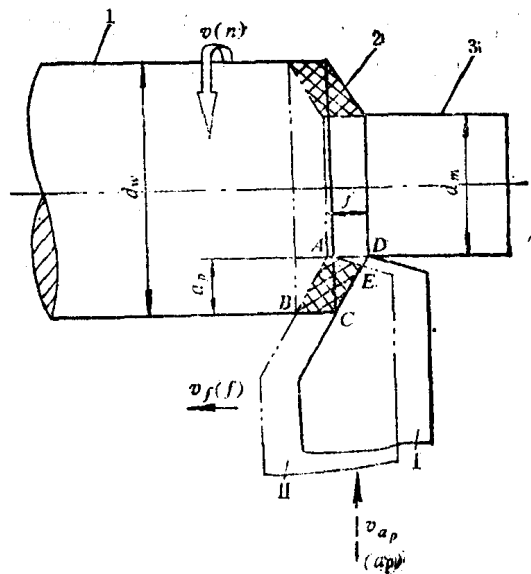


图1-1 切削运动、切削层及工件上的表面

1—待加工表面 2—加工表面 3—已加工表面

(一) 切削速度 v : 主运动的线速度, 单位为 m/min 。车削时切削速度为:

$$v = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{d n}{318} \quad \text{m/min} \quad (1-1)$$

式中 n —— 工件或刀具的转速 (r/min);

d —— 工件或刀具观察点的旋转直径 (mm)。

(二) 进给量 f : 进给运动的单位量。车削时进给量 f 是取工件每旋转一周的时间内, 工件与刀具相对位移量 mm/r 。故车削时进给运动速度 v_f 为:

$$v_f = n f \quad \text{mm/min} \quad (1-2)$$

(三) 切削深度 a_p : 垂直于进给运动方向测量的切削层横截面尺寸 (mm)。如图 1-1 所示, 车外圆时:

$$a_p = \frac{d_w - d_m}{2} \quad (1-3)$$

式中 d_w —— 待加工表面直径;

d_m —— 已加工表面直径。

(四) 切削时间 t_m

切削时间是反映切削效率高低的一种指标。

由图 1-2 知, 车外圆时切削时间 t_m 可由下式计算:

$$t_m = \frac{l A}{v_f a_p} \quad \text{min} \quad (1-4)$$

式中 l —— 刀具行程长度;

A —— 半径方向加工余量。

将式 (1-2)、(1-1) 代入式 (1-4)

中, 可得:

$$t_m = \frac{\pi d l A}{1000 a_p f v} \quad \text{min} \quad (1-5)$$

从式 (1-5) 知, 提高切削用量 a_p 、 f 、 v 中任何一个要素, 都可缩短切削时间, 提高生产效率。

(五) 金属切除率 Z_w

金属切除率指每分钟切下工件材料的体积。它是衡量切削效率高低的另一种指标。 Z_w 由下式计算:

$$Z_w = 1000 v a_p f \quad \text{mm}^3/\text{min} \quad (1-6)$$

三、合成切削运动与合成切削速度

当主运动与进给运动同时进行时, 刀具切削刃上某一点相对工件的运动称为合成切削运动, 其大小与方向用合成速度向量 $\boldsymbol{v}_c$ 表示。如图 1-3 所示, 合成速度向量等于主运动速度与进给运动速度的向量和。即

$$\boldsymbol{v}_c = \boldsymbol{v} + \boldsymbol{v}_f \quad (1-7)$$

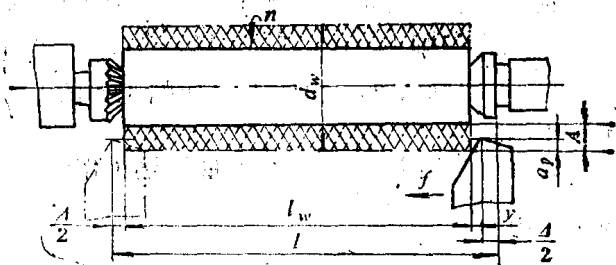


图1-2 车外圆时切削时间计算图

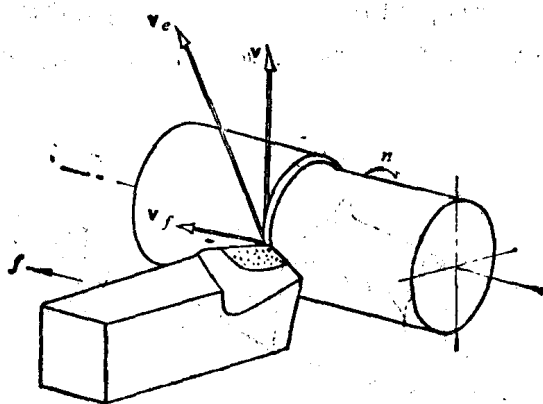


图1-3 切削时合成切削速度

§ 1-2 刀具切削部分的基本定义^[34]

一、刀具的组成部分

如图 1-4 所示的车刀由刀头、刀杆两大部分组成。刀头用于切削又称切削部分，刀杆用于装夹又称刀体。

刀具切削部分由刀面、切削刃(也称刀刃)构成。不同的刀面用字母 A 和下角标组成的复合符号标记。切削刃用字母 S 标记。副切削刃及其相关连的刀面，在标记符号右上角加一撇以示区别。

(一) 刀面

1. 前刀面 A_r : 切屑流出时经过的刀面称前刀面。
2. 后刀面 A_a : 与加工表面相对的刀面称后刀面。
3. 副后刀面 A'_a : 与已加工表面相对的刀面称副后刀面。

前刀面、后刀面之间所包含的刀具体部分称刀楔。

(二) 切削刃

1. 主切削刃 S : 担任主要切削工作的切削刃，它是前刀面与后刀面汇交的边缘。即图 1-1 中 $\overline{AB}$ 。
2. 副切削刃 S' : 担任少量切削工作的切削刃，它是前刀面与副后刀面汇交的边缘。即图 1-1 中 $\overline{AE}$ 。

(三) 刀尖

主、副切削刃汇交的一小段切削刃称刀尖。

实际使用刀具切削部分放大的形状如图 1-5 a 所示。由于切削刃不可能刃磨得很锋利，总是存在着刃口圆弧。如图 1-5 b 所示，刃口锋利程度用垂直于切削刃剖面 P_n-P_n 中测量的

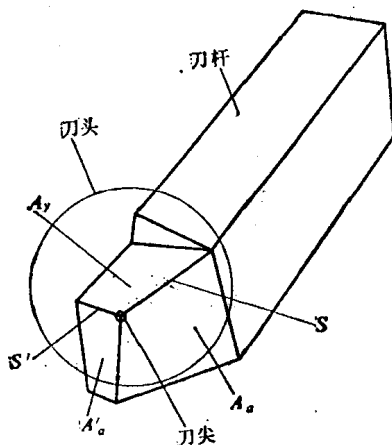


图1-4 典型外圆车刀切削部分的构成

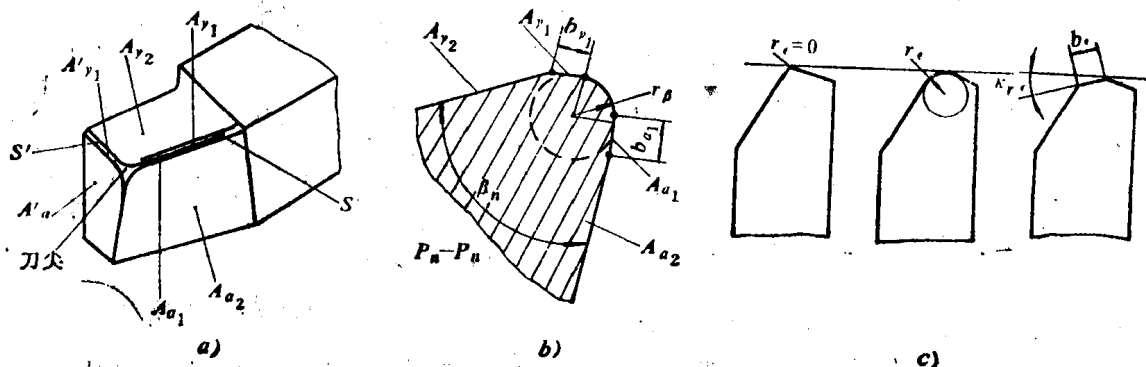


图1-5 具有倒棱面、圆弧或过渡刃的刀尖构造

a) 外圆车刀示意图 b) 刀楔剖面形状 c) 刀尖形状