



普通中等专业教育机电类规划教材

机械工业出版社精品教材

金属切削原理与刀具

福建机电学校 吴林禅 主编



机械工业出版社精品教材
普通中等专业教育机电类规划教材

金属切削原理与刀具

主编 吴林禅
协编 王立善 华 坚
主审 朱国桓



机械工业出版社

全书分金属切削原理与金属切削刀具两大部分,共12章。前者以车削为重点,系统地讲述了金属切削过程的基本规律及其应用,在此基础上介绍了钻削、铣削和磨削过程的特点;后者主要讲述了常用标准刀具的类型、结构特点及其选用,同时介绍了几种典型非标准刀具的设计要点。全书贯彻了GB/T12204—90《金属切削 基本术语》最新标准。

本书系普通中等专业学校机械制造专业必修课教材,也可作为职工大学、电大、职业中专、职业高中函授及自学用教材,并可供从事机械制造专业的科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

金属切削原理与刀具/吴林禅主编. —北京:机械工业出版社, 1999. 10
普通中等专业教育机电类规划教材
ISBN 7-111-04903-9

Ⅰ. 金... Ⅱ. 吴... Ⅲ. ①金属切削-专业学校-教材②刀具(金属切削)-专业学校-教材 N. TG5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 45388 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:王海峰 王世刚 冯 铨 版式设计:冉晓华

责任校对:付春红 封面设计:饶 薇 责任印制:路 琳

济南新华印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 6 月第 1 版第 12 次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·15.5 印张·371 千字

定价:20.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、88379646

封面防伪标均为盗版

序 言

《机械制造工艺学》《机床夹具设计》《金属切削机床》《金属切削原理与刀具》《液压传动》《公差配合与技术测量》《机械加工基础》《机床电气控制技术》《计算机应用基础》《数控机床及其应用》《冷冲模设计》《机械设备维修工艺学》等12种教材,系机械工业部中等专业学校机械制造专业教学指导委员会组织编写的第四轮普通中等专业教育机电类规划教材。本轮教材是在机械工业部教育司领导下和机械工业出版社教材编辑室的直接指导下编写而成的。

机械制造专业教学指导委员会为组织本轮教材的编写做了各项准备工作:根据机械工业部教育司下达的“关于制(修)订机械工业中等专业学校教学计划的原则和规定”,指导委员会从1992年11月到1994年7月,先后四次对机械制造专业教学计划进行制订修改;1993年4月,指导委员会分别组织各门课程骨干教师参加“教学计划”“教学大纲”的研讨,并于同年8月扩大至由37所学校49名科主任以上代表参加的扩大会议,对“大纲”“计划”进行了广泛讨论,因而教学计划和各课大纲反映和总结了各校教改的经验和成果,反映了各地区对机械制造专业的共同要求;为了把好教材质量关,教学指导委员会对各课程的编审人员进行严格遴选,从各校推荐名单中选出学术水平高并具有一定教材编写经验的教师参加本轮教材的编审工作。

为适应市场经济的需要,根据机械制造专业的教改精神,本轮教材在“必需”“够用”的前提下,保证了机械制造专业中专生有关知识的基本要求,其内容既体现了实用性,又体现了灵活性和先进性。根据每周实行五天工作制的具体情况,对教材内容作了进一步调整,每门课程的知识含量规定了上、下限,教材中除基本要求以外,还编入带“※”的内容,供各校选用,因而教材的适用范围较大,除供初中四年制中专应用以外,也可供初中三年制和高中两年制中专应用,还可供有关高等职业学校应用。热忱欢迎有关学校选用,并提出宝贵意见。

本轮教材的编写,得到了有关部门和学校的大力支持,在此表示衷心感谢。

机械工业部中等专业学校
机械制造专业教学指导委员会

前 言

本教材是根据机械工业部中等专业学校机械制造专业教学指导委员会,于1993年8月讨论通过的中等专业学校机械制造专业四年制教学计划中金属切削原理与刀具课程教学大纲,为中等专业学校编写的必修课教材,也可作为职工大学、职业中专、职业高中以及从事机械制造专业的科技人员的参考书。

全书除绪论外,共分基本定义、制造刀具的材料、金属切削过程的基本规律、改善工件材料的切削加工性与切屑控制、减小已加工表面粗糙度和提高生产率的方法、车刀、钻削与孔加工刀具、铣削与铣刀、拉削与拉刀、齿轮刀具、其它刀具以及砂轮与磨削等12章。

金属切削原理部分,以车削为重点,系统地讲述金属切削过程的基本规律及其应用,在此基础上介绍钻削、铣削和磨削过程的特点;金属切削刀具部分,按照国家新的刀具标准,主要讲述常用标准刀具的类型、结构特点及其选用,介绍几种典型非标准刀具的设计要点。

本书内容取材及编写的特点:按照中等专业学校学生培养目标的要求,削弱金属切削过程的理论深度,加强应用技术,强化理论联系实际,充实基本知识和基本技能,同时适当扩大知识面和反映国内、外的新技术,突出常用标准刀具的选择与使用,注意加强综合分析能力的培养和革新刀具途径的内容,删除繁琐的推导公式过程。全书内容简洁,每章配有专业英语名词,力求做到“加强应用技术,培养工作能力,适应市场经济”的需要,且便于自学。

本书绪论、第一、二、三、四、五、十章由福建机电学校吴林禅编写;第七章,第八章第二、三、四节,第十二章由山东机械工业学校王立善编写;第六章,第八章第一节,第九、十一章由无锡机械制造学校华坚编写。

本书由福建机电学校吴林禅主编,包头机械工业学校朱国桓主审。参加审稿会议的有滕卓然、陈汝芳、杨仲岗、郑博文、陈清泉、邵美毅、董宏骏、高波、李强、袁瑞先、陈智刚等。

在编写过程中,得到有关院校、工厂及科研院所的大力支持和帮助,福建机电学校计算机实验室陈虹、伊启中、黄卫东等协助工作,谨此一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限和编写时间仓促,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

一九九五年三月

本书常用符号

符 号	名 称	符 号	名 称
A_r	前面	p_r	基面
A_{r1}	第一前面 (倒棱)	p_f	假定工作平面
A_{r2}	第二前面	p_p	背平面
A_a	后面	p_s	主切削平面
A'_a	副后面	p'_s	副切削平面
A_{a1}	第一后面	p_n	法平面
A_{a2}	第二后面	p_o	正交平面
A_D	切削层分称横截面	p_{re}	工作基面
a_p	背吃刀量	p_{fe}	工作平面
a_f	进给吃刀量	p_{pe}	工作背平面
b_c	倒角刀尖长度 (过渡刃长度)	p_{se}	工作切削平面
b_r	倒棱宽	p_{ce}	工作正交平面
b_a	刃带宽	p_{sh}	剪切平面
b_D	切削层公称宽度	Q	材料切除率, 切削热
c_{Bn}	断屑槽深度	R_{max}	残留面积高度
d_w	工件待加工表面直径	r_n	刃口钝圆半径
E	弹性模量	r_c	刀尖圆弧半径
F	一个切削部分总切削力	r_B	断屑台半径
F_p	背向力	r_{Bn}	断屑槽半径
F_c	切削力	r_{oc}	实际切削刃钝圆半径
F_f	进给力	S	主切削刃
F_r	前面切向力	S'	副切削刃
F_{rN}	前面垂直力	S_e	工作主切削刃
f	进给量	S_a	作用主切削刃
f_z	每齿进给量	S'_a	作用副切削刃
h_{ch}	切屑厚度	T	刀具耐用度
H	刀杆截面高度	t_{ct}	换刀时间
h_D	切削层公称厚度	t_m	切削时间
h_B	断屑台高度	t_{ox}	辅助时间
k_c	切削层单位面积切削力	VB	后面磨损带中部平均磨损量
KT	月牙洼磨损深度	VC	刀尖上后面磨损带宽度
l	被切削层长度	VN	在磨损缺口处后面磨损带宽度
l_{ch}	切屑长度	v_{ch}	切屑流出速度
l_f	切一屑接触长度	v_c	最低成本的切削速度, 切削速度
l_m	切削路程长度	v_T	刀具耐用度允许的切削速度
l_{Bn}	断屑台距离	v_f	进给速度
M_c	切削扭矩	v_e	合成切削速度
NB	刀具径向磨损量	a_o	后角
n	工件转速	a_n	法后角
n_o	刀具或砂轮转速	a_f	侧后角
K_r	相对加工性	a_p	背后角
P_E	机床功率	a_{o1}	消振棱后角 (第一后面后角)
P_c	切削功率	β_o	楔角, 螺旋角
P_s	单位材料切除率的切削功率	γ_o	前角

符 号	名 称	符 号	名 称
γ_f	侧前角	κ'_{re}	工作副偏角
γ_p	背前角	λ_s	刃倾角
γ_n	法前角	μ	摩擦系数
γ_{o1}	第一前面前角 (倒棱前角)	τ	切应力
δ	接触角, 反屑角	τ_s	剪切屈服强度
ϵ_r	刀尖角	ϕ	剪切角
η_m	机床传动效率	ψ_s	流屑角
κ_r	主偏角	ξ	变形系数
κ'_r	副偏角	ω	作用角, 螺旋角
κ_{re}	工作主偏角		

目 录

序言		
前言		
本书常用符号		
绪论	.....	1
第一章 基本定义	.....	4
第一节 切削运动与工件表面	.....	4
第二节 刀具切削部分的几何角度	.....	5
第三节 切削要素	.....	19
思考题与习题	.....	20
第二章 制造刀具的材料	.....	23
第一节 刀具材料的性能与种类	.....	23
第二节 高速钢	.....	24
第三节 硬质合金	.....	26
第四节 其它刀具材料	.....	30
思考题与习题	.....	30
第三章 金属切削过程的基本规律	.....	32
第一节 切削过程的金属变形	.....	32
第二节 切削力	.....	40
第三节 切削热与切削温度	.....	51
第四节 刀具磨损与刀具耐用度	.....	54
思考题与习题	.....	61
第四章 改善工件材料的切削加工性	.....	63
第一节 改善工件材料的切削加工性	.....	63
第二节 切屑的控制	.....	65
思考题与习题	.....	71
第五章 减小已加工表面粗糙度和提高生产率的方法	.....	72
第一节 已加工表面粗糙度	.....	72
第二节 切削液	.....	76
第三节 刀具几何参数的合理选择	.....	79
第四节 切削加工经济性与切削用量合理选择	.....	89
思考题与习题	.....	102
第六章 车刀	.....	103
第一节 硬质合金焊接式车刀	.....	103
第二节 硬质合金机夹式车刀	.....	106
第三节 成形车刀	.....	112
思考题与习题	.....	121
第七章 钻削与孔加工刀具	.....	123
第一节 麻花钻的组成与几何角度	.....	123
第二节 钻削过程	.....	128
第三节 改善钻头切削性能的途径	.....	132
第四节 铰刀	.....	137
* 第五节 深孔钻	.....	143
第六节 镗刀 扩孔钻 铰钻	.....	145
* 第七节 孔加工复合刀具	.....	147
思考题与习题	.....	149
第八章 铣削与铣刀	.....	150
第一节 铣削	.....	151
第二节 尖齿铣刀	.....	161
第三节 铲齿成形铣刀	.....	168
* 第四节 铣刀切削性能的改进及先进铣刀	.....	171
思考题与习题	.....	173
第九章 拉削与拉刀	.....	174
第一节 拉刀的组成与拉削方式	.....	174
第二节 圆孔拉刀的结构特点	.....	176
第三节 花键拉刀的特点	.....	180
第四节 拉刀的合理使用与刃磨	.....	181
思考题与习题	.....	183
第十章 齿轮刀具	.....	184
* 第一节 盘形齿轮铣刀	.....	184
* 第二节 插齿刀	.....	186
第三节 齿轮滚刀	.....	192
第四节 剃齿刀简介	.....	205
第五节 锥齿轮刨刀结构简介	.....	207
思考题与习题	.....	208
第十一章 其它刀具	.....	209
* 第一节 螺纹刀具简介	.....	209
第二节 自动线刀具和数控机床刀具	.....	214

VIII

思考题与习题	222	第三节 磨削表面质量	232
第十二章 砂轮与磨削	223	第四节 先进磨削方法简介	233
第一节 砂轮	223	思考题与习题	235
第二节 磨削过程	227	主要参考文献	236

绪 论

一、本课程的性质与任务

金属切削加工是使用高于工件硬度的刀具,在工件上切除多余金属,使工件达到规定的几何形状、尺寸精度和表面质量的一种机械加工方法。本课程是机械制造专业的专业课,分为金属切削原理和金属切削刀具两部分。金属切削原理是机械制造(切削加工)专业的基础理论,也是为学习金属切削刀具、金属切削机床、机械制造工艺学等后继课程所必须具备的基本知识;金属切削刀具是切削加工的基本工具,其选择、使用及非标准刀具的设计,是工艺技术人员的基本技术技能。

通过本课程的理论教学、实验、教学实习等教学环节,应使学生达到如下要求:

(1)基本理论知识 掌握金属切削过程基本规律(如切削变形、切削力、切削热及切削温度、刀具磨损和刀具耐用度等)的知识;掌握常用刀具材料的类型、性能及其选用方法;掌握改善切削条件、控制已加工表面质量、合理选择刀具几何参数及切削用量的基本知识。

(2)基本技能 具备根据切削加工的具体要求,合理配置切削条件的能力;具有运用切削原理和刀具的基本知识,分析和解决切削加工工艺技术问题的能力;具有合理选择与正确使用刀具的能力;具备从事非标准刀具设计的基础能力;具有一定的切削加工实验技能。

二、我国金属切削技术的发展概况

我国的金属切削加工技术有着悠久的历史,它是从古代加工石质、木质、骨质和其它非金属器物发展演变而来的。从殷商到春秋时期,已经有了相当发达的青铜冶铸业,出现了各种青铜工具。由大量出土文物与甲骨文纪录表明,青铜兵器或青铜工具或生活用具,都已经过切削加工或研磨。早在3000多年前的商代,已经有了旋转的琢玉工具,这是金属切削机床的前身。在河北满城一号汉墓中出土的五铢钱,其外圆上有经过车削的痕迹,刀花均匀,切削振动波纹清晰,圆度误差很小,有可能是把五铢钱穿在方轴上,然后装夹在木制的车床上旋转,手持刀具切削出来的;还有铁锉、三棱形的青铜钻、铁剑、书刀、青铜弩机及青铜箭头等,其中青铜弩机的结构相当复杂,而加工精度和表面粗糙度等级很高,说明金属切削加工已经达到了一定的水平。我国在8世纪已经有了金属的车床,加工技术也比较熟练。到了明代,各种切削加工如车、铣、刨、钻、磨等分工逐渐明确。从北京天文台上遗留的天文仪器上可以看到,当时已经采用了与近代相类似的切削加工方法,直径达2m多的大铜环的加工精度和表面粗糙度都达到了相当高的水平。据考证,这是用畜力带动铣刀、磨石进行铣削和磨削而制成的。明代《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。”古人已十分明确刀刃的作用,正确阐明了刀刃利与坚的关系。由此可知,我国古代劳动人民,在金属切削加工方面有着悠久的历史,并取得了辉煌的成就。

但是直到解放前夕,由于封建制度的束缚、外国的侵略和统治阶级的无能,使我国的科学技术发展停滞不前,金属切削加工技术也处于十分落后的状态。那时,全国除了少数几个修配厂外,那里还谈得上有自己的机床、工具制造业,甚至就连高速钢这样的工具材料、麻

花钻这样的普通工具都不能制造。

中华人民共和国成立以后,在中国共产党的领导下,我国的机械制造业不断壮大,已经发展成为门类齐全、具有很大规模和较高水平的完整工业体系,金属切削科学和加工技术也有了突飞猛进的发展。实行改革开放以来,我国在自力更生的基础上,充分引进、消化和吸收国外新技术、新工艺,使切削加工技术正在接近发达国家的水平。解放初期所使用的刀具材料主要是碳素工具钢,切削速度一般为 $10\text{m}/\text{min}$ 左右,生产效率很低。当时切削加工革新的内容突出反映在提高切削速度上,同时改造旧式皮带车床,发展高速钢和硬质合金生产。到第二个五年计划期间,切削速度已提高到 $80\sim 100\text{m}/\text{min}$ 左右,并推广了强力切削法。在50年代中期,又涌现出许多先进刀具和操作方法,如细长轴高速车削、强力切削车刀、各种新型钻头、套料刀、高速切削刀具,出现了变革刃形、修磨不同形式的分屑槽、修磨横刃、具有与众不同风格的新型钻头。此后,各高等学校和科研部门在普遍建立金属切削实验室的基础上,开展了有关金属切削的科学研究,在金属切削机理、切削力、切削热、刀具磨损和耐用度、加工表面质量及切削液等方面,都取得了一定水平的科研成果。60年代以后,机床、刀具制造业有了进一步发展,硬质合金刀片生产有了初步规模,并在切削加工范围内得到了较好的应用,研制了多种规格、类型的多刃刀具,并开始推广机夹可转位刀具,切削速度和刀具耐用度得到了进一步的提高,同时涌现了诸如 $50\sim 500\text{mm}$ 宽刃精刨刀、硬质合金深孔钻、大型深孔套料刀,切削淬硬钢、高锰钢、不锈钢车刀以及硬质合金无刃铰刀等先进刀具。我国在实行改革开放以后,金属切削加工技术有飞跃性的发展,各有关研究所、厂矿科研部门和院校实验室,坚持对切削理论的深入研究,不断取得丰硕成果,从而准确地掌握了切削规律,为我国切削加工技术的进一步发展作出了重要贡献。在刀具材料方面,研制了多种类型和规格的高速钢与硬质合金,产生了以钽、铌元素作添加剂的硬质合金、超细晶粒硬质合金、碳化钛硬质合金、钢结硬质合金、涂层硬质合金刀片,多种硬度的新型高速钢,以及诸如人造金刚石、立方氮化硼、纯氧化铝陶瓷、金属陶瓷、热压氮化硅等超硬刀具材料。在刀具结构方面,广泛推广应用了机夹重磨刀具和机夹可转位刀具。在刀具几何参数方面,分别从刀刃形状、刃口形式、刀面形式和切削角度等多方面进行改革,创造和革新了许多新型刀具,例如脆铜卷屑车刀、大前角大刀倾角和双刃倾角刀具、银白屑车刀、精孔钻、不锈钢群钻以及硬质合金玉米铣刀等,显著地提高了切削效果。

三、现代刀具技术在机械工业中的应用

生产实践证明,刀具技术的革新,新型高效刀具在工业生产中的推广应用,是全面提高机械制造工艺水平的关键措施之一。据有关资料报道,采用现代化先进刀具,能使产品成本降低 $10\%\sim 20\%$ 。硬质合金由焊接刀片变为机械夹固可转位刀片,被誉为刀具的第一次革命;随着机床的数控化与自动化,诞生了涂层刀片,并得到迅速发展,被誉为刀具的第二次革命。这样,不仅提高了刀具技术与自动化加工技术匹配发展的适应性,反过来又促进了切削加工自动化水平的发展。

自80年代以来,计算机控制的自动化生产技术的高速发展,从形式上使得由过去单一的刀具生产扩展为工具系统、工具识别系统、刀具寿命和尺寸监控系统,以及刀具管理系统的开发与生产。从内容上分析,刀具技术的内涵已大大扩充,刀具技术研究的开发目标与任务,从过去单一切削区切削功能的提高(效率、精度、刀具寿命等),扩大到整个自动化生产过程生产效率的提高,进而形成了刀具识别技术、监控技术及管理技术。数控化也是80年

代刀具技术发展的一个特征。现代化数控机床(NC)及柔性制造系统(FMS)投资很高,如何在最短时期内收回投资,最有效的措施则是在刀刃下生财,充分地采用高性能刀具,并选用合理的经济切削速度,来提高生产效率。工业化国家在使用硬质合金机夹可转位刀具中,每个切削刃的经济寿命开始由30min向15min、10min过渡。专家们认为,一台价值200万元左右的数控机床,其效率的发挥取决于200多元的立铣刀的性能。之所以这样讲,是因为合理地选择与应用现代化切削刀具,是降低成本获得最大综合经济效益的关键措施之一。例如,推广可转位刀具可普遍提高切削加工劳动生产率30%~40%,用新工艺、新材料制造的现代化刀具,其经济切削速度已比20年前提高1倍,金属切除率成倍增长,而切削加工工艺的领域也得到扩展,对于50~70HRC的高硬度、难加工材料以及某些精密、超精密加工领域,已不再是切削工艺的禁区。

第一章 基本定义

金属切削原理是研讨刀具与工件这对矛盾统一体的切削规律的一门学科。在机床上，用金属切削刀具切除工件上多余的金属，使其形状、尺寸精度及表面质量达到预定要求的加工，称为金属切削加工。切削加工过程中，刀具与工件之间必须有相对运动，即切削运动。

第一节 切削运动与工件表面

一、切削运动

切削加工必须具备两种运动，即主运动(primary motion)和进给运动(feed motion)，如图 1-1 所示。

1. 主运动 由机床或人力提供的主要运动，它促使刀具和工件之间产生相对运动，从而使刀具前面接近工件。如车削时工件的旋转运动，铣削时铣刀的旋转运动，刨削时工件或刀具的往复运动。可见，主运动即为切去金属所需的运动，其切削速度最高，消耗功率也最大。

2. 进给运动 由机床或人力提供的运动，它使刀具与工件之间产生附加的相对运动，加上主运动，即可不断地或连续地切除切屑，并得出具有所需几何特性的已加工表面。进给运动可以是连续的运动，如车削外圆时车刀平行于工件轴线的纵向运动；也可以是间断运动，如刨削时刀具的横向移动。

3. 合成切削运动 如图 1-2 所示，合成切削运动(resultant cutting motion)是由主运动和进给运动合成的运动。刀具切削刃上选定点相对工件的瞬时合成运动方向称合成切削运动方向(direction of resultant cutting motion)，其速度称合成切削速度。

二、切削时产生的表面

切削时产生的表面如图 1-3 所示。

待加工表面(work surface) 工件上有待切除的表面。

已加工表面(machined surface) 工件上经刀具切削后产生的表面。

过渡表面(transient surface) 工件上由切削刃形成的那部分表面，它在下一切削行

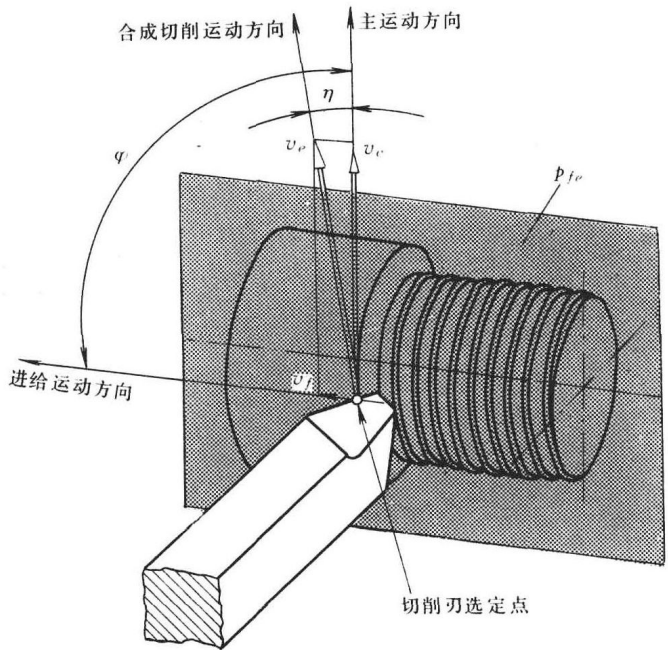


图 1-1 刀具和工件的运动——车刀

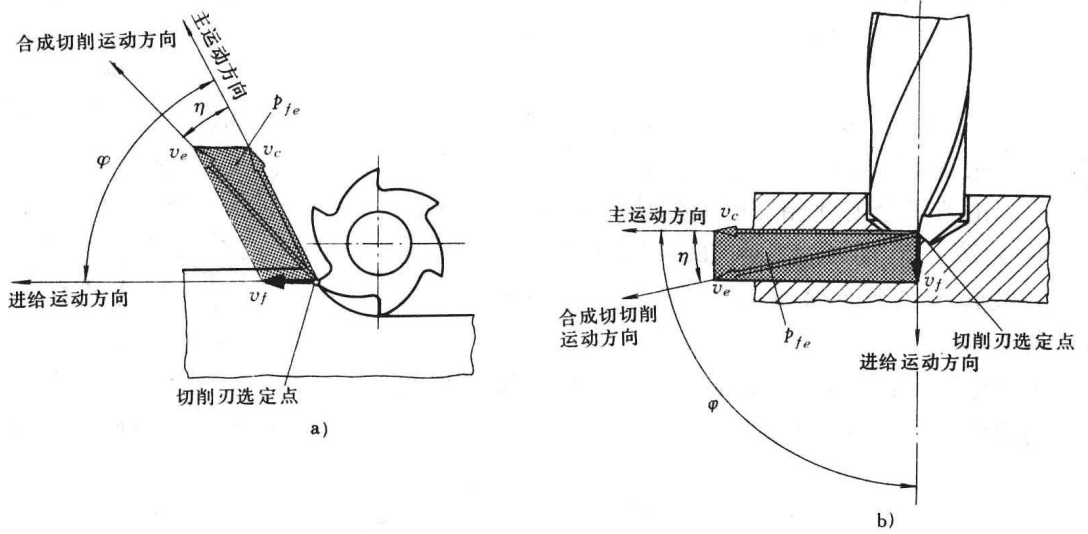


图 1-2 刀具和工件的运动
a) 圆柱形铣刀 b) 麻花钻

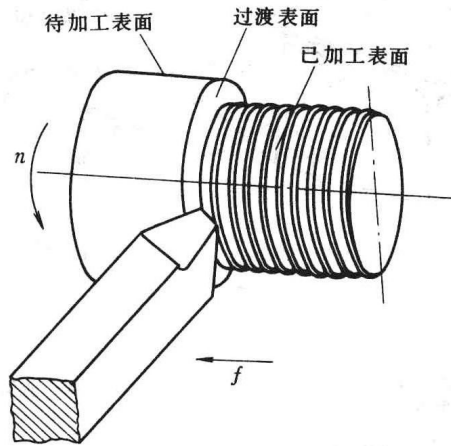


图 1-3 工件表面

程，刀具或工件的下一转里被切除，或者由下一切削刃切除。

第二节 刀具切削部分的几何角度

金属切削刀具的种类繁多。外圆车刀切削部分的形状，可作为其它各类刀具切削部分的基本形态，在此基础上按各自的切削特点组合成各类切削刀具。

一、车刀的组成

车刀由刀柄和刀头组成，如图1-4所示。刀柄(shank)是刀具上的夹持部位，刀头则用于切削。切削部分包括以下几个部分：

1. 前面 A_r (face) 前面是刀具上切屑流过的表面。当刀具的前面由若干个彼此相交

的面组成时,离切削刃最近的面称为第一前面 A_{γ_1} (first face),也称倒棱;从切削刃处数起的第二个面称为第二前面 A_{γ_2} (second face),参见图 1-5。

2. 主后面 A_a (flank) 刀具上同前面相交形成主切削刃的后面,即与工件上过渡表面相对的表面。当刀具的后面由若干个彼此相交的面组成时,离切削刃最近的面称为第一后面 A_{a_1} (first flank),也称刃带;从切削刃处数起第二个面称为第二后面 A_{a_2} (second flank),参见图 1-5。

3. 副后面 A'_a (minor flank) 刀具上同前面相交形成副切削刃的后面,参见图 1-5。

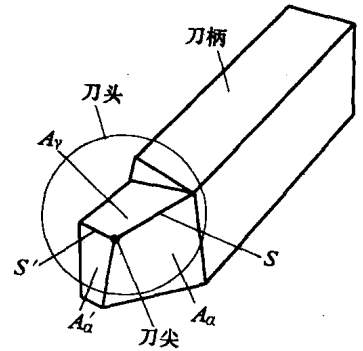


图 1-4 典型外圆车刀切削部分的构成

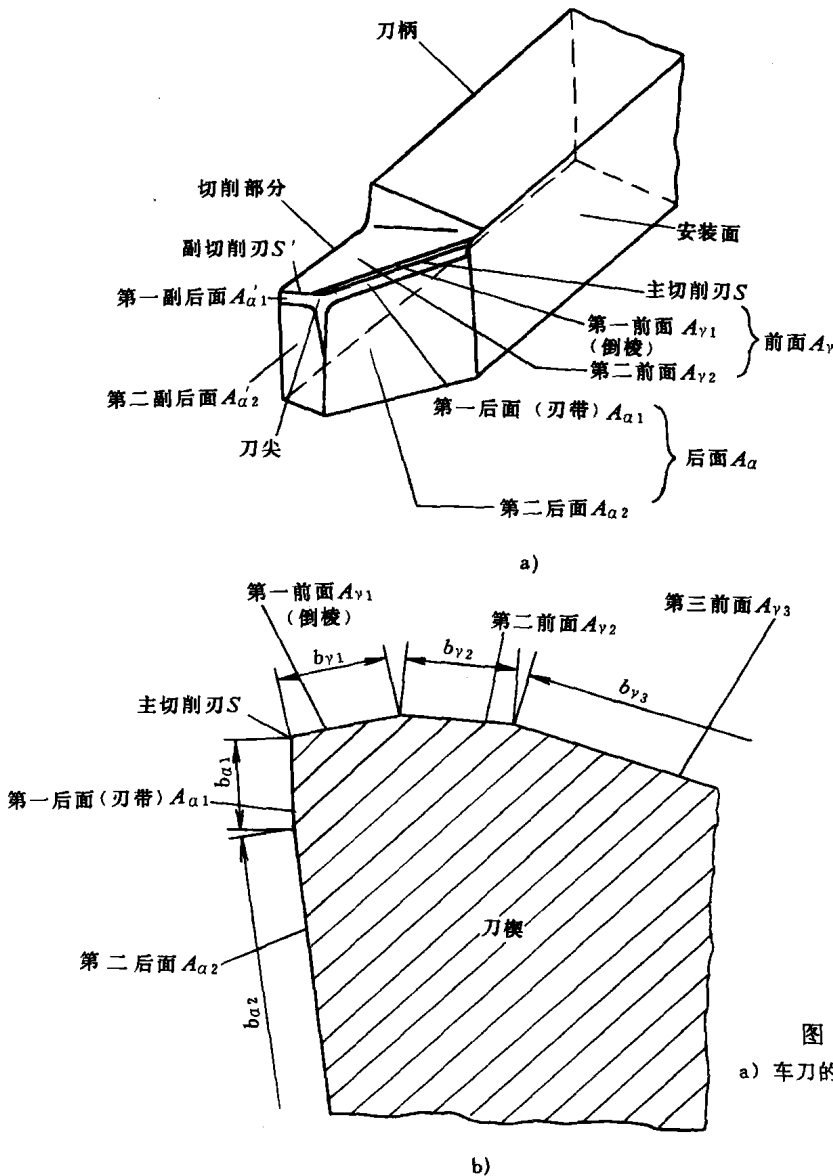


图 1-5 车刀切削部分
a) 车刀的切削刃和表面 b) 有倒棱或刃带的刀楔

4. 切削刃 (cutting edge) 刀具前面上拟作切削用的刃。切削刃有主切削刃和副切削刃之分,如图1-6所示。主切削刃 S (tool major cutting edge)是指起始于切削刃上主偏角为零的点,并至少有一段切削刃拟用来在工件上切出过渡表面的那个整段切削刃,即前面与主后面的交线。副切削刃 S' (tool minor cutting edge)是指切削刃上除主切削刃以外的刃,也起始于主偏角为零的点,但它向背离主切削刃的方向延伸,即前面与副后面的交线。

主切削刃又分为工作主切削刃和作用主切削刃。

工作主切削刃 S_w 。工作主切削刃是指刀具上拟作主切削用的刃。

作用主切削刃 S_a 。作用主切削刃是指在特定瞬间工作主切削刃上实际参与切削,并在工件上产生过渡表面和已加工表面的那段切削刃。它是工作主切削刃的一部分。

副切削刃同样可分为工作副切削刃 S'_w 和作用副切削刃 S'_a 。

5. 刀尖 (corner) 刀尖是指主切削刃与副切削刃的连接处相当少的一部分切削刃。如图1-7所示,有切削刃的实际交点即刀尖圆弧半径 $r_c=0$ 、修圆刀尖即 $r_c>0$ 和倒角刀尖即直线过渡刃等三种不同类型。

二、刀具静止角度参考系

为了确定刀具切削部分各表面和刀刃的空间位置,需要建立平面参考系,以组成坐标系的基准。

刀具静止参考系 (tool-in-hand-system) 是指用于定义刀具设计、制造、刃磨和测量几何参数的参考系。由于刀具几何角度是在切削过程中起作用的角度,即刀具在同工件和切削运动联系在一起确定的角度,因此,建立刀具静止角度的参考系,应以切削运动为依据,预先给出假定工作条件。假定工作条件是指给定假定运动条件与假定安装条件。在该参考系的坐标平面内确定的刀具几何角度,称为刀具静止角度,即标注角度。

(1) 假定运动条件 给出刀具的假定主运动方向和数值很小的假定进给运动方向或不考虑进给运动, (如图1-8所示),以排除工作条件改变对几何角度的影响。这样便可近似地用平行和垂直于主运动方向的坐标平面构成参考系。

(2) 假定安装条件 给出刀具的安装位置恰好使刀具底面平行或垂直于参考系的平面。

由此可见,静止参考系是在简化了切削运动和设立标准刀具位置的条件下建立的参考系。

(一) 刀具静止参考系的平面

1. 基面 p_r (tool reference plane) 如图1-8b所示,基面系指过切削刃选定点垂直于

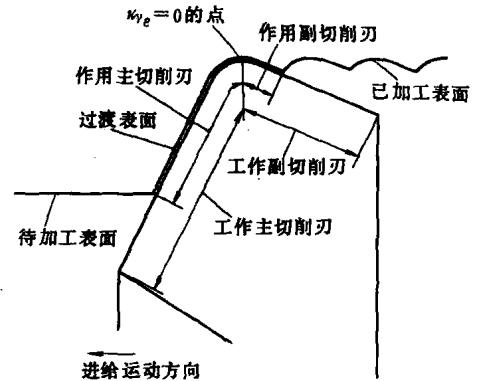


图 1-6 与刀具和工件有关的各种术语的说明

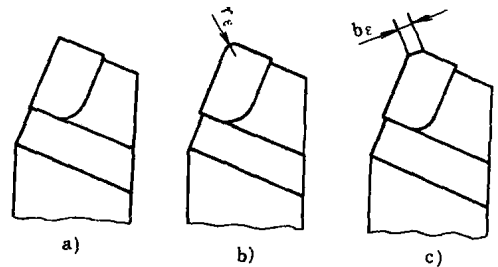


图 1-7 刀尖在基面上的视图

a) 切削刃的实际交点 b) 修圆刀尖 c) 倒角刀尖

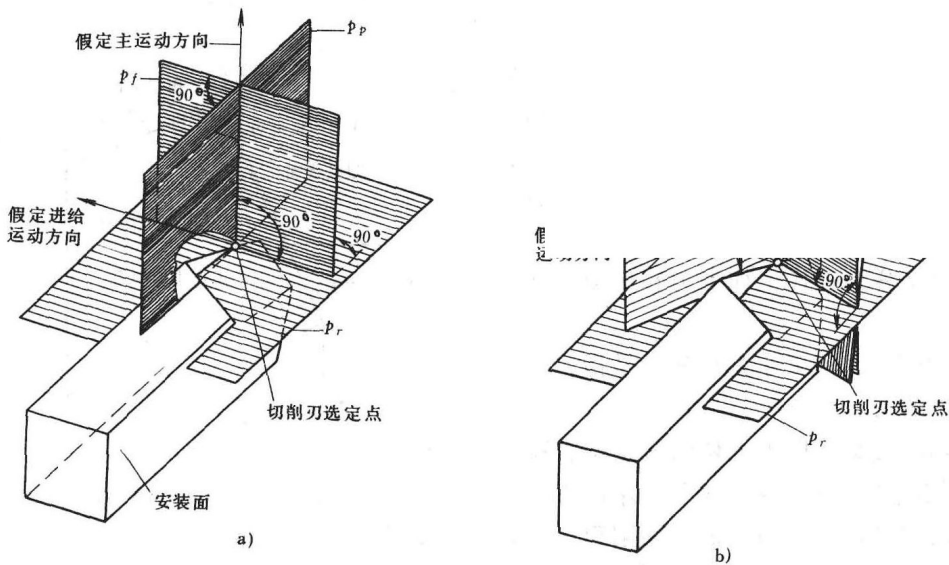


图 1-8 假定运动条件和静止参考系

a) 假定主运动方向和假定进给运动方向 b) 刀具静止参考系的平面

假定主运动方向的平面,它平行或垂直于刀具在制造、刃磨及测量时适合于安装或定位的一个平面或轴线。

2. 切削平面 p_s (tool cutting edge plane) 切削平面是指通过主切削刃选定点与主切削刃相切并垂直于基面的平面。但所用符号为主切削平面的 p_s 。在无特殊情况时,切削平面即是主切削平面。

由图1-8b可见,互相垂直的基面和切削平面,分别与车刀前面、后面形成了夹角。由于该夹角是二个平面之间的夹角,故称二面角。二面角的角度值随测量剖面位置的不同而异,因此,便构成了目前常用的四种刀具静止角度参考系,参见图1-9。

(二) 刀具静止角度参考系

1. 正交平面和正交平面参考系 正交平面 p_o (tool orthogonal plane) 是通过切削刃选定点并同时垂直于基面和切削平面的平面。也可认为,正交平面是过切削刃选定点垂直于主切削刃在基面上的投影所作的平面,如图1-8b、图1-9所示。由 p_r — p_s — p_o 组成一个正交平面参考系。

2. 法平面和法平面参考系 法平面 p_n (cutting edge normal plane) 是通过切削刃选定点并垂直于切削刃的平面,如图1-8b、图1-9所示。由 p_r — p_s — p_n 组成一个法平面参考系。

3. 假定工作平面、背平面及组成的参考系 假定工作平面 p_f (assumed working plane) 是通过切削刃选定点其方位要平行于假定的进给运动方向,并垂直于基面的平面。背平面 p_b (tool back plane) 是通过切削刃选定点并垂直于基面和假定工作平面的平面,如图1-8a和图1-9所示。由 p_r — p_f — p_b 组成一个假定工作平面和背平面的参考系。

(三) 刀具的静止角度