



普通高等教育“九五”国家级重点教材

★★★★★

GZ

普通高等专科学校教育机电类规划教材

金属切削原理与刀具

上海理工大学工程技术学院 陆剑中 主 编
孙家宁

第3版



机械工业出版社

本教材是《金属切削原理与刀具》第3版,本次修订是适应教改的需要,精简了部分内容,突出了切削的基本理论、切削基本理论对生产的影响,以及刀具的选用内容。并妥善贯彻了 GB/T12204—90 所规定的金属切削基本术语和符号。在选材上又增加了近几年发展的切削与刀具新技术。从而使该教材变得更精练、更新颖、更有先进性和实用性。

图书在版编目(CIP)数据

金属切削原理与刀具/陆剑中·孙家宁主编, —3版.

—北京:机械工业出版社, 2001

普通高等教育“九五”国家级重点教材, 普通高等专
科教育机电类规划教材

ISBN 7-111-06237-X

I. 金… I. ①陆…②孙… II. ①金属切削-高等教
育-教材 ②刀具(金属切削)-高等教育-教材 N. TG

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 05527 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:高文龙 钱飒飒 版式设计:霍永明 责任校对:申春香

封面设计:姚毅 责任印制:闫焱

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 1 月第 3 版第 21 次印刷

787mm×1092mm^{1/16}·17.25 印张·413 千字

303 401—309 400 册

定价:22.50 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

封面无防伪标均为盗版

第1版前言

本书是高等专科学校机械制造类专业的试用教材，是根据原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、工厂和研究所的大力支持与帮助。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

第2版前言

本书是高等专科学校机械制造专业《金属切削原理与刀具》(1985年版)试用教材的第2版,根据机械电子工业部教育局审定的招收高中毕业生,学制为三年的教学大纲编写的。

第2版本可适用于职工大学、业余大学、大学专科班和大专培训班教材,中等专业学校也可选用为参考教材,并可供工厂有关技工、技术人员参考阅读用。

第2版本保留了原教材的体系和特点。

根据广大读者几年来使用后建议,按专科培养目标要求对原书作了如下修改:

- 1) 删、减了部分内容,例如:车刀工作角度、车刀刃磨工艺、机夹车刀和铣刀刃槽计算、螺纹刀具和花键滚刀等;
- 2) 改写了部分章节内容,如切削变形、材料切削加工性、铣刀的破损和齿轮刀具等;
- 3) 增添了近期国内外先进刀具及加工方法等内容,如四刃复合钻、深孔麻花钻、可转位立铣刀、模块式数控工具系统和先进磨削方法等。
- 4) 贯彻了1987年颁布的刀具国家标准。

本书由上海机械专科学校陆剑中、孙家宁主编,上海机械专科学校盛善权、南京机械专科学校周志明协编,机械电子工业部成都工具研究所尹洁华主审。

本书出版后,几年来受到广大读者的关心并提出了宝贵的修改意见,谨此表示衷心的感谢。

由于修订时间很仓促,书中仍有错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

编者

1990.2

第3版前言

本书是高等专科学校机械制造专业《金属切削原理与刀具》1990年第2版教材的修订本。

本书的第1版(1984年)、第2版(1990年)均被评为部优秀教材。现第3次修订本被列入“九五”国家级、部级重点教材。

本修订本可作为职工大学、业余大学、大学专科班和职业技术培训班的试用教材,并供中等专业学校参考教材和工厂有关技工、技术人员参考阅读用。

本修订本在保留了原教材体系和特点的基础上,贯彻机械工业部教育司审定的工程高专机械制造专业“九五”教育计划和课程大纲要求,并根据课程体系改革、授课时数缩减、国内外金属切削与刀具的发展情况和广大读者多年来使用后的建议,对第2版教材作了如下修订:

1. 对部分章节内容重新调整、改写,力求内容简明扼要、文字简练、插图精选。例如:原书第十三章改写为“自动化生产用刀具”;将复合刀具列入本书第七章扩孔钻、铰钻、镗刀、铰刀和复合孔加工刀具中。

2. 部分章节篇幅有较大删减。例如,可转位车刀角度分析、成形车刀廓形设计、面铣刀刀齿与工件接触位置分析、齿轮滚刀设计与齿形修正等。

3. 增加近几年发展的切削与刀具新技术。例如,刀具材料新牌号,新结构的钻头、镗刀、拉刀和铣刀,模块式工具系统及新型空心柄结构,新型SG磨料,超高速切削、加热切削和深切缓进给高速磨削等。

4. 有关刀具部分内容,在介绍简单常用非标刀具设计原理基础上,减少设计资料性篇幅,增加棱形成形车刀、带导向硬质合金铰刀、组合式圆拉刀、成形铣刀的设计过程和各刀具设计图。介绍各类常用刀具近几年颁布的新国标及其选用。

5. 本书贯彻GB/T12204—90国标所规定的金属切削基本术语,凡第一次在本书中出现的国标术语,在它的后面括号中附有传统的术语名称及符号。例如:切削力 F_c (主切削力 F_z)、切削厚度压缩比 A_h (变形系数 ξ)等。考虑到教学特点及使初学者易于理解,对少数术语的定义,本书给予概念明确及通俗易懂的说明。

本书由上海理工大学工程技术学院陆剑中、孙家宁主编,上海理工大学工程技术学院盛善权、南京机械高等专科学校周志明协编。机械工业部成都工具研究所尹洁华主审。各章作者为:绪论、第一、二、五、七、十一、十二章孙家宁;第三、四、六、九章陆剑中;第八、十、十三章周志明;第十四章盛善权。

参加本书审稿会的有上海大学喻怀仁、华南理工大学张发英、淮阴工业专科学校叶伟昌、湘潭机电高等专科学校王敏之、湖南省轻工业高等专科学校夏平桑、长春水利电力高等专科学校杨伟达。此外,上海纺织大学谈文亮、北京第一机床厂陈锦图对编写本教材提供了宝贵意见。

上海理工大学工程技术学院徐志林、杜继涛和郑子昂、狭龙、陈路华协助用计算机处理

本教材文字及图形。

对指导和帮助本教材修订工作的同志，谨表衷心感谢。

由于编者水平有限，修订时间仓促，在书中尚有错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

编者

1998 年 3 月于上海

目 录

第1版前言	
第2版前言	
第3版前言	
绪论	1
第一节 我国切削加工技术发展概况	1
第二节 本课程的内容与学习方法	2
第十章 刀具几何角度及切削要素	4
第一节 切削运动与切削用量	4
第二节 刀具切削部分的基本定义	6
第三节 刀具角度的换算	11
第四节 车刀图示与角度标注方法	13
第五节 刀具的工作角度	16
第六节 切削层与切削方式	19
复习思考题	20
第十一章 刀具材料	22
第一节 概述	22
第二节 高速钢	24
第三节 硬质合金	26
第四节 陶瓷	29
第五节 超硬刀具材料	31
第六节 新型刀具材料的发展方向	32
复习思考题	32
第十二章 金属切削过程的基本规律	33
第一节 切削变形与切屑形成	33
第二节 切削力	42
第三节 切削热与切削温度	51
第四节 刀具磨损与刀具寿命	54
复习思考题	66
第十三章 切削基本理论的应用	67
第一节 切屑控制	67
第二节 改善工件材料切削加工性	71
第三节 切削液的选用	75
第四节 减小加工表面粗糙度	77
第五节 刀具几何参数的合理选择	84
第六节 切削用量的合理选择	89
第七节 超高速切削简介	97
复习思考题	97
第五章 车刀	99
第一节 车刀的类型	99
第二节 焊接车刀	100
第三节 机夹车刀	102
第四节 可转位车刀	104
复习思考题	109
第六章 成形车刀	111
第一节 成形车刀的种类与用途	111
第二节 成形车刀的几何角度	112
第三节 成形车刀廓形设计	115
第四节 成形车刀的结构设计	119
第五节 成形车刀的技术条件 和成形车刀样板	121
第六节 成形车刀使用简述	122
第七节 棱形成形车刀设计举例	123
复习思考题	127
第七章 钻削与钻头	128
第一节 麻花钻	128
第二节 钻削过程特点	134
第三节 钻头的修磨与群钻	137
第四节 钻头结构的改进与高生产率 钻头	140
第五节 深孔钻	142
复习思考题	145
第八章 扩孔钻、铰钻、镗刀、铰刀和复合 孔加工刀具	147
第一节 扩孔钻、铰钻和镗刀	147
第二节 铰刀	150
第三节 带导向硬质合金铰刀设计举例	158
第四节 复合孔加工刀具	161
复习思考题	164
第九章 拉刀	165
第一节 拉刀的种类与用途	165
第二节 拉刀的组成与拉削方式	167
第三节 圆拉刀设计	169
第四节 矩形花键拉刀的结构特点	175

第五节 拉刀的合理使用	177	第二节 齿轮铣刀	220
第六节 组合式圆拉刀设计举例	179	第三节 插齿刀	221
复习思考题	182	第四节 齿轮滚刀	226
第十章 铣削与铣刀	183	第五节 蜗轮滚刀与飞刀	237
第一节 铣刀的几何参数	183	复习思考题	238
第二节 铣削用量和切削层参数	185	第十三章 自动化生产用刀具	239
第三节 铣削力	187	第一节 对自动化生产用刀具的特殊 要求	239
第四节 铣削方式	189	第二节 刀具快速更换、自动更换和 尺寸预调	240
第五节 铣刀的磨损与铣刀寿命	191	第三节 刀具尺寸的控制系统和破损 检测	243
第六节 常用尖齿铣刀的结构特点与 应用	192	第四节 数控刀具的工具系统	244
第七节 硬质合金面铣刀	195	复习思考题	247
第八节 尖齿铣刀改进途径	198	第十四章 磨削与砂轮	248
第九节 铲齿成形铣刀	200	第一节 磨削运动	248
第十节 铣刀的重磨	204	第二节 砂轮	248
第十一节 铲齿成形铣刀设计举例	205	第三节 磨削过程	253
复习思考题	208	第四节 磨削表面质量	258
第十一章 螺纹刀具	209	第五节 先进磨削方法	261
第一节 丝锥	209	复习思考题	263
第二节 其它螺纹刀具	214	参考文献	265
复习思考题	217		
第十二章 切齿刀具	218		
第一节 切齿刀具的分类	218		

绪 论

第一节 我国切削加工技术发展概况

切削加工是指利用刀具切除被加工零件多余材料的方法。它加工的零件能获得较高的尺寸精度与表面质量,是机械制造业中最基本的加工方法,在国民经济中占有重要地位。

我国古代切削加工方面有着光辉的成就。公元前二千多年青铜器时代已出现了金属切削的萌芽。当时青铜刀、锯、锉等已经类似于现代的刀具。春秋中晚期,有一部现存最早的工程技术著作《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”是指用优良的材料,“工巧”则是指采用合理的制造工艺。由大量出土文物与文献推测,最迟在8世纪(唐代)我国已有了原始的车床。

公元1668年(明代)加工2m直径的天文仪器铜环,其外径、内孔、平面及刻度的精度与表面粗糙度均已达到相当高的水平。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。铣刀已类似现代的镶片铣刀,刀片磨钝后可用图2所示的脚踏刃磨机刃磨。

在长期生产实践中,古人已注意总结刀具的经验。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”。由此可见,古人已十分强调刀刃的作用,正确阐明了刀刃的利与坚的关系。对切削原理已有了朴素的唯物辩证的论述。

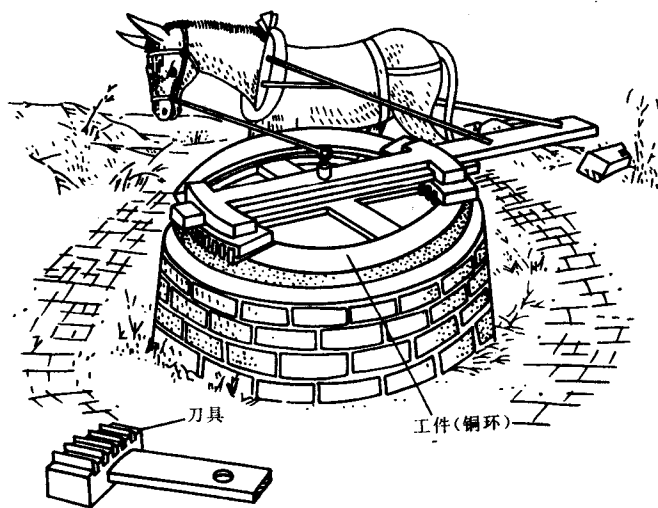


图1 1668年的畜力铣磨机

近代历史中,由于封建制度的腐败和帝国主义的侵略,我国机械工业非常落后。据统计,直到1915年,上海荣昌泰机器厂才制出国产的第一台车床,1947年民用机械工业只有三千多家,拥有机床两万多台。当时使用的是工具钢刀具,切削速度很低。

新中国成立以来,我国切削加工技术得到飞速的发展。50年代起广泛使用了硬质合金,推广高速切削、强力切削、多刀多刃切削,兴起了改革刀具的热潮。1950年上海机床厂首创了550m/min的切削速度,继而又改革成功了75°强力车刀。1953年北京永定机械厂创造了内凹圆弧刃的麻花钻刃形。1965年召开了规模盛大的全国工具展览会,总结交流了全国各地劳动模范、先进工作者创造的先进刀具如群钻、75°强力车刀、高速螺纹刀、细长轴车

刀、宽刃精刨刀、强力铣刀、拉削丝锥、深孔钻等等。同时工具研究所、大专院校普遍建立了切削实验室,开展了切削机理的研究。有关单位不断生产出了新型刀具材料如高性能高速钢、粉末高速钢、涂层刀具材料、复合陶瓷、超硬刀具材料等等。上海工具厂、哈尔滨第一工具厂、哈尔滨量具刃具厂、成都量具刃具厂四大工具厂不断改革工艺,革新产品,制造出各类普通、复杂刀具和各类数控、可转位刀具。

80年代后,在改革开放的新阶段,机械行业从引进国外的先进技术得到了进一步发展,在与国际学术组织、专家学者的交流活动中,促进了我国切削技术水平的提高,并正在努力赶上国际先进水平。

当今能切削的材料十分广泛,除传统的金属材料外,非金属材料愈来愈多。从软的橡胶、塑料到坚硬的花岗岩石。从普通的钢材到高强度钢、钛合金、冷硬铸铁、淬硬钢以及 70HRC 左右的热喷涂材料等。切削技术不但已能解决各种硬、韧、脆、粘等难加工材料,而且能解决各种特高精度,特长、深、薄、小等特形件的加工。计算机已在切削研究、刀具设计与制造中得到广泛的应用,已有了一批我国自己开发的刀具 CAD、CAPP、CAI、切削数据库软件。新的刀具标准参照了 ISO 作了修定,已基本上与国际接轨。我国切削加工技术在不久的将来一定能赶上发达国家的水平,并能同步增长。

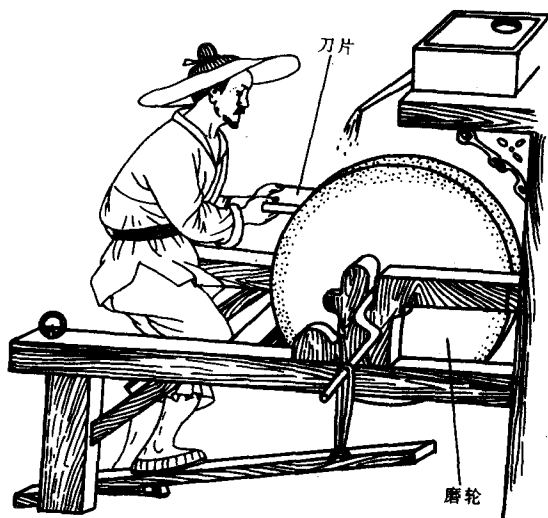


图2 1668年的脚踏刀磨机

第二节 本课程的内容与学习方法

金属切削原理与刀具是研究金属切削过程基本规律、刀具设计与使用的一门科学,是机械制造专业的重要课程。其中切削原理又是刀具及机制工艺等课的基础。

一、金属切削原理

金属切削原理研究的主要内容有:刀具材料的性能与选用;刀具切削部分的几何参数;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;车削、钻削、铣削、磨削过程的特点等。这些内容又可以归纳为两个方面的问题:

1. 几何问题

主要指刀具的几何参数及其相互关系。一般应先学好车刀角度,掌握定义、画图标注以及基本的换算方法。通过实验、练习等手段加深理解,进而在车刀、钻头、铣刀、铰刀、螺纹刀具、切齿刀具等各类刀具中反复应用,不断深化提高,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、刀具磨损等

规律。通过学习有关加工表面质量、切削加工的经济性等内容,逐渐掌握切削规律在生产中的应用方法。

二、金属切削刀具

金属切削刀具是切削加工中的重要工具,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;有整体刀具、镶片刀具,机夹刀具、可转位刀具等。本书按加工方式划分刀具的章节:车刀、钻头、镗铰刀、铣刀、拉刀、螺纹刀具、切齿刀具等。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,对它们的教学要求有所不同,通常分为如下两类:

1. 标准刀具

指专业工具厂按国标或部标生产的刀具。如可转位车刀、麻花钻、铰刀、铣刀、丝锥、板牙、插齿刀、齿轮滚刀等。这类刀具的讲课重点是结构、工作原理、选择使用方法。其中还介绍了机夹、可转位车、铣刀的结构,刀片槽型的选择,以及麻花钻的修磨与群钻。为改革通用刀具、推广先进刀具打下初步的基础。

2. 非标准刀具

指用户需专门设计制造的刀具。如成形车刀、成形铣刀、拉刀、蜗轮滚刀、组合刀具等。这类刀具主要讲解其设计原理与计算方法。通过课程设计进行练习,以达到初步掌握其设计计算与绘图方法。

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

第一章 刀具几何角度及切削要素

本章以车刀为代表,讲解刀具切削部分基本定义及有关名词术语,同时说明刀具几何形状的分析方法及其图示方法。掌握并深刻理解这些内容,是学习金属切削原理、刀具设计与使用的重要基础。

第一节 切削运动与切削用量

一、切削运动与切削层定义

切削加工时,按工件与刀具的相对运动所起的作用来分,切削运动可分为主运动与进给运动。图 1-1 表示了车削运动、切削层及工件上形成的表面。

图中待加工表面指工件上即将被切除的表面;过渡表面是工件上由切削刃正在形成的表面;已加工表面指工件上切削后形成的表面。

1. 主运动

进行切削时最主要的、消耗动力最多的运动,它使刀具与工件之间产生相对运动。车、镗削的主运动是机床主轴的旋转运动。

2. 进给运动

刀具与工件之间产生的附加相对运动,以保持切削连续地进行。图 1-1 中 v_f 是车外圆时纵向进给运动速度,它是连续的。而横向进给运动则是间断的。

3. 切削层

切削时刀具切过工件的一个单程所切除的工件材料层。图 1-1 中工件旋转一周,刀具从位置 I 移到 II,切下的 I 与 II 之间工件材料层。 $\square ABCE$ 称为切削层公称横截面积。

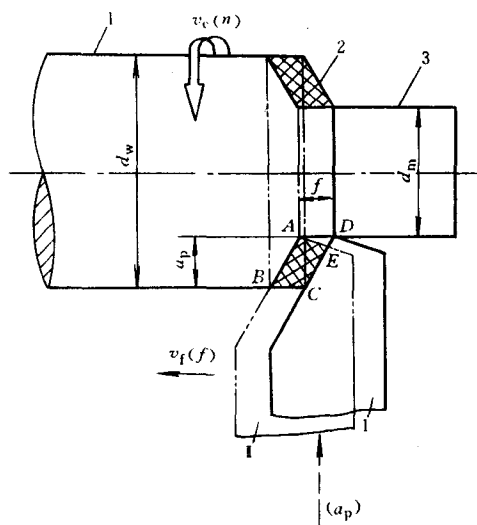


图 1-1 车削运动、切削层及工件上形成的表面

1—待加工表面 2—过渡表面 3—已加工表面

二、切削用量、切削时间与材料切除率

切削用量是切削加工过程中切削速度、进给量和背吃刀量(切削深度)的总称。它表示主运动及进给运动量,用于调整机床的工艺参数。

1. 切削速度 v_c

切削刃选定点相对工件主运动的瞬时速度 v_c , 单位为 m/s (m/min)

车削时切削速度计算式为:

$$v_c = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{d n}{318} \quad (1-1)$$

式中 n ——工件或刀具的转速, 单位为 $r/\min$;

d ——工件或刀具选定点的旋转直径, 单位为 mm 。

2. 进给量 f

刀具在进给运动方向上相对工件的位移量, 可用工件每转 (行程) 的位移量来度量, 单位为 mm/r 。

进给速度 v_f

切削刃选定点相对工件进给运动的瞬时速度, 单位为 mm/s ($\text{mm}/\min$, $\text{m}/\min$)。车削时进给运动速度

$$v_f = \pi n f \quad (1-2)$$

3. 背吃刀量 (切削深度) a_p

垂直于进给速度方向测量的切削层最大尺寸。由图 1-1 知, 车外圆时:

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

式中 a_p ——背吃刀量, 单位为 mm ;

d_w ——待加工表面直径, 单位为 mm ;

d_m ——已加工表面直径, 单位为 mm 。

4. 切削时间 (机动时间) t_m

切削时直接改变工件尺寸、形状等的工艺过程所需的时间, 它是反映切削效率高低的一个指标。由图 1-2 知, 车外圆时 t_m 的计算式为:

$$t_m = \frac{LA}{v_f a_p} \quad (1-4)$$

式中 t_m ——切削时间, 单位为 $\min$;

l ——刀具行程长度, 单位为 mm ;

A ——半径方向加工余量, 单位为 mm 。

将式 (1-1)、(1-2) 代入 (1-4) 中, 可得:

$$t_m = \frac{\pi d L A}{1000 a_p f v_c} \quad (1-5)$$

由式 (1-5) 知, 提高切削用量中任一要素均可提高生产率。

5. 材料切除率 Q

单位时间内所切除材料的体积。它是衡量切削效率高低的一个指标, 单位为 $\text{mm}^3/\min$ 。

$$Q = 1000 a_p f v_c \quad (1-6)$$

三、合成切削运动与合成切削速度

主运动与进给运动合成的运动称合成切削运动。切削刃选定点相对工件合成切削运动的瞬时速度称合成切削速度, 如图 1-3 所示:

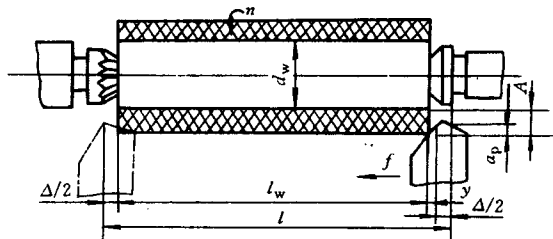


图 1-2 车外圆时切削时间计算图

$$v_e = v_c + v_f \quad (1-7)$$

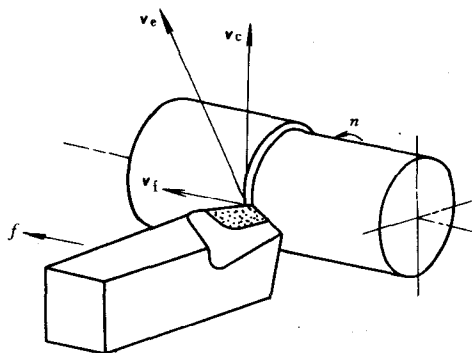


图 1-3 车削时合成切削速度

第二节 刀具切削部分的基本定义

一、刀具的组成部分

如图 1-4 所示, 车刀由刀头、刀柄两部分组成。刀头用于切削, 刀柄用于装夹。

刀具切削部分由刀面、切削刃构成。刀面用字母 A 与下角标组成的符号标记, 切削刃用字母 S 标记。副切削刃及其相关的刀面标记时在右上角加一撇以示区别。

1. 刀面

(1) 前面 (前刀面) A_f 刀具上切屑流过的表面。

(2) 后面 (后刀面) A_a 与过渡表面相对的表面。

(3) 副后面 (副后刀面) A'_a 与已加工表面相对的表面。前面与后面之间所包含的刀具实体部分称刀楔。

2. 切削刃

(1) 主切削刃 S 前、后面汇交的边缘。

(2) 副切削刃 S' 切削刃上除主切削刃以外的刀刃。

3. 刀尖

主、副切削刃汇交的一小段切削刃称刀尖。由于切削刃不可能磨得很锋利, 总有一些刃口圆弧。如刀楔的放大部分图 1-5a 所示。刃口的锋利程度用切削刃钝圆半径 r_n 表示, 一般工具钢刀具 r_n 约为 $0.01 \sim 0.02\text{mm}$, 硬质合金刀具 r_n 约为 $0.02 \sim 0.04\text{mm}$ 。

为了提高刃口强度以满足不同加工要求, 在前、后面上均可磨出倒棱面 A_{f1} 、 A_{a1} , 如图 1-5b 所示。 b_{f1} 是第一前面 A_{f1} 的倒棱宽度; b_{a1} 是第一后面 A_{a1} 的倒棱宽度。

为了改善刀尖的切削性能, 常将刀尖作成修圆刀尖或倒角刀尖, 如图 1-5c 所示。其参数有:

刀尖圆弧半径 r_e 在基面上测量的倒圆刀尖的公称半径;

刀尖倒角长度 b_e ;

刀尖倒角偏角 κ_{f1} 。

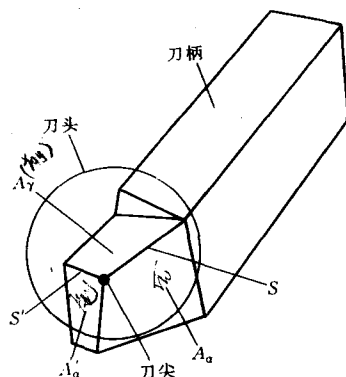


图 1-4 车刀切削部分的构成

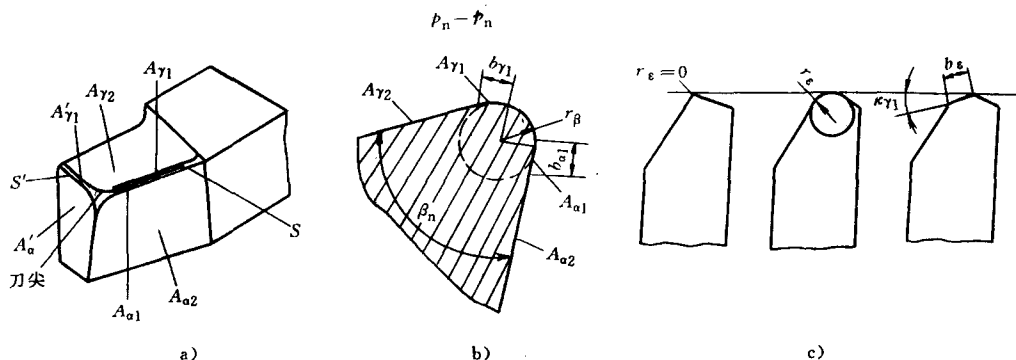


图 1-5 刀楔、刀尖形状参数

a) 外圆车刀示意图 b) 刀楔剖面形状 c) 刀尖形状

不同类型的刀具，其刀面、切削刃数量不同。但组成刀具的最基本单元是两个刀面一个切削刃。任何复杂的刀具都可将其分为一个个基本单元进行分析。

二、刀具角度参考系

刀具角度是确定刀具切削部分几何形状的重要参数。用于定义和规定刀具角度的各基准坐标平面称为参考系。

参考系有两类：

刀具静止参考系 它是刀具设计时标注、刃磨和测量的基准，用此定义的刀具角度称刀具标注角度；

刀具工作参考系 它是确定刀具切削工作时角度的基准，用此定义的刀具角度称刀具工作角度。

刀具设计时标注、刃磨、测量角度最常用的是正交平面参考系。但在标注可转位刀具或大刃倾角刀具时，常用法平面参考系。在刀具制造过程中，如铣削刀槽、刃磨刀面时，常需用假定工作平面、背平面参考系中的角度，或使用前、后面正交平面参考系中的角度。这四种参考系刀具角度是 ISO3002/1-1997 标准所推荐的。本书只讲前三种。

1. 正交平面参考系

正交平面参考系由以下三个平面组成：

(1) 基面 p_r 过切削刃选定点平行或垂直于刀具上的安装面（轴线）的平面，车刀的基面可理解为平行刀具底面的平面。

(2) 切削平面 p_s 过切削刃选定点与切削刃相切并垂直于基面的平面。

(3) 正交平面 p_o 过切削刃选定点同时垂直于切削平面与基面的平面。

在图 1-6 中，过主切削刃某一点 x 或副切削刃某一点 x' 都可建立正交参考系平面。副切削刃与主切削刃的基面是同一个。

2. 法平面参考系

法平面参考系由 p_r 、 p_s 、 p_n 三个平面组成。其中：

法平面 p_n 过切削刃某选定点并垂直于切削刃的平面。

3. 假定工作平面参考系

如图 1-7 所示, 用上述四角就能确定车刀主切削刃及其前、后面的方位。其中用 γ_o 、 λ_s 两角确定前面的方位, 用 α_o 、 κ_r 两角可确定后面的方位, 用 κ_r 、 λ_s 两角可确定主切削刃的方位。

同理, 副切削刃及其相关的前、后面在空间的定向也需要 4 个角度, 即副刃前角 γ_o' 、副刃后角 α_o' 、副刃偏角 κ_r' 、副刃倾角 λ_s' 。它们的定义与主切削刃四角类似。

由于图 1-7 中的车刀主切削刃与副切削刃共处在同一前面上, 主切削刃的前面也是副切削刃的前面。当标注了 γ_o 、 λ_s 两角, 前面的方位就确定了, 副切削刃前面的定向角 γ_o' 、 λ_s' 就属于派生角度, 不必再标注。它们可由 γ_o 、 λ_s 、 κ_r 、 κ_r' 等角度换算得出。

$$\tan \gamma_o' = \tan \gamma_o \cos(\kappa_r + \kappa_r') + \tan \lambda_s \sin(\kappa_r + \kappa_r') \quad (1-8)$$

$$\tan \lambda_s' = \tan \gamma_o \sin(\kappa_r + \kappa_r') - \tan \lambda_s \cos(\kappa_r + \kappa_r') \quad (1-9)$$

此外, 为了比较切削刃、刀尖的强度, 刀具上还定义了两个角度, 它们也属派生角度, 即:

楔角 β_o 正交平面中测量的前面与后面间夹角。

$$\beta_o = 90^\circ - (\gamma_o + \alpha_o) \quad (1-10)$$

刀尖角 ϵ_r 基面投影中主、副切削刃间的夹角。

$$\epsilon_r = 180^\circ - (\kappa_r + \kappa_r') \quad (1-11)$$

2. 其它参考系刀具角度

在法平面测量的前、后角称法前角 γ_n 和法后角 α_n , 如图 1-8 所示。

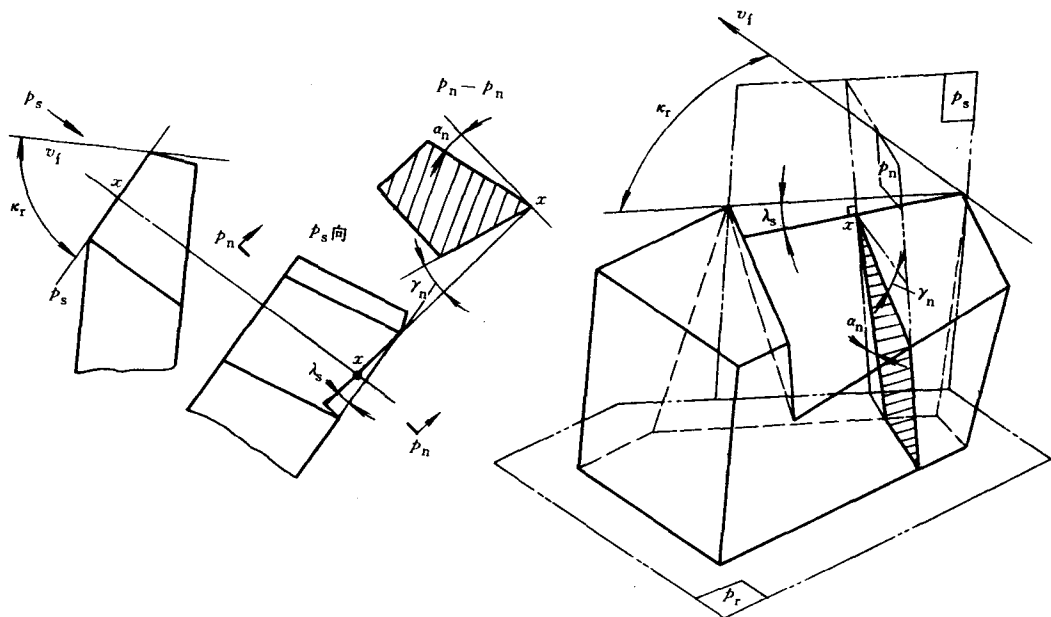


图 1-8 法平面系刀具角度

在假定工作平面 p_f 和背平面 p_p 参考系中测量的刀具角度有: 侧前角 γ_f , 侧后角 α_f , 背前角 γ_p , 背后角 α_p , 如图 1-9 所示。

3. 刀具角度正负的规定