

JINSHU QIEXIAO DAOJU SHEJI SHOUCHE

# 金属切削刀具 设计手册

袁哲俊 刘华明 主编



本书共分16章，第一章为总论，第二章至第七章为切削刀具设计，第八章至第十章为切削刀具材料，第十一章至第十三章为切削刀具的制造，第十四章至第十六章为切削刀具的刃磨。本书可作为机械设计及制造专业及相关专业的教材，也可供从事切削刀具设计、制造、刃磨工作的工程技术人员参考。

# 金属切削刀具设计手册

袁哲俊 刘华明 主编

图书在版编目(CIP)数据

金属切削刀具设计手册 / 袁哲俊, 刘华明主编. — 北京: 机械工业出版社, 2008.9  
ISBN 978-7-111-33907-9

I. ①金… II. ①袁… ②刘… III. ①金属切削刀具—设计—手册 IV. TG110.2-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第020438号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑: 周国祥

责任编辑: 王奕文 封面设计: 王奕文

责任印制: 李 刚

北京双青印刷厂印刷

2008年8月第1版第1次印刷

710mm×282mm·60印张·3插页·2500千字

0001—1000册

标准书号: ISBN 978-7-111-33907-9

定价: 168.00元



凡购本书, 如蒙赠页, 函索即寄, 邮费自理。

机械工业出版社(010) 68329594

发行部电话: (010) 88379000

编辑部电话: (010) 88379000

地址: 北京市百万庄大街22号

机械工业出版社

本书系统全面地介绍了各种金属切削刀具的结构及其设计,包括普通刀具和复杂刀具的设计。全书共分16章,介绍了刀具的共同问题:刀具几何参数的定义和刀具材料;普通刀具部分介绍了车刀、孔加工刀具、铣刀和螺纹刀具;复杂刀具部分介绍了拉刀、数控刀具、齿轮刀具和加工非渐开线齿形工件的刀具。对常用的标准刀具,扼要地介绍了刀具的结构特点和设计方法。对非标准刀具和一些参考资料中叙述较少的先进高效刀具,则较详细地介绍了它们的设计方法。书中除附有大量的图表、数据、标准资料、部分刀具合理正确使用经验资料和技术要求外,对不少刀具列有详细的设计计算步骤,并附有设计示例和工作图。书末附有刀具夹持部分的结构和尺寸,作为设计时参考。

本书可供刀具设计人员作为案头书,并可供刀具制造和使用的工程技术人员以及机械制造专业的师生参考。

#### 图书在版编目(CIP)数据

金属切削刀具设计手册/袁哲俊,刘华明主编. —北京:机械工业出版社,2008.6

ISBN 978-7-111-23907-9

I. 金… II. ①袁…②刘… III. 刀具(金属切削)-设计-技术手册  
IV. TG710.2-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第050438号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:周国萍

责任编辑:周国萍 舒雯 版式设计:霍永明 责任校对:刘志文

封面设计:王奕文

责任印制:邓博

北京双青印刷厂印刷

2008年8月第1版第1次印刷

210mm×285mm·66印张·3插页·2790千字

0001—4000册

标准书号:ISBN 978-7-111-23907-9

定价:168.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379733

封面无防伪标均为盗版

## 金属切削刀具设计手册编委会

- 主 编** 袁哲俊 哈尔滨工业大学教授  
刘华明 哈尔滨工业大学教授
- 编 委** 顾祖慰 哈尔滨汽轮机厂副总工艺师、高级工程师  
赵 鸿 航天科工哈尔滨风华有限公司总经理、研究员  
**曹聚盛** 哈尔滨量具刀具厂仪器分厂厂长、高级工程师  
姚英学 哈尔滨工业大学教授  
薄化川 哈尔滨工业大学教授  
于继龙 哈尔滨第一工具厂总工程师、高级工程师  
董英武 哈尔滨第一工具厂高级工程师  
王 扬 哈尔滨工业大学教授  
周 明 哈尔滨工业大学教授  
刘献礼 哈尔滨理工大学教授  
孙柏春 哈尔滨先锋机电技术开发有限公司高级工程师

## 金属切削刀具设计手册编者

- 第1章 刀具几何参数的定义 刘华明  
第2章 刀具材料 杨立军、王扬、王娜君  
第3章 车刀和刨刀 赵鸿、周明、刘献礼  
第4章 孔加工刀具 刘华明、曹聚盛  
第5章 铣刀 顾祖慰、马彪、汪津泽  
第6章 拉刀 薄化川  
第7章 螺纹刀具 刘献礼  
第8章 数控机床用工具系统 孙柏春  
第9章 成形齿轮刀具 袁哲俊、张文生  
第10章 齿轮滚刀 莽纪成、张新国  
第11章 加工蜗轮、蜗杆的刀具 刘华明、黄劭楠  
第12章 插齿刀和梳齿刀 袁哲俊、姚英学  
第13章 剃齿刀 袁哲俊、谢大纲  
第14章 直齿锥齿轮刀具 袁哲俊、赵航  
第15章 曲线齿锥齿轮加工刀具 于继龙、王家喜  
第16章 加工非渐开线齿形工件的刀具 董英武、刘华明、王东鹏  
附录 刀具常用数表 袁哲俊

# 前言

袁哲俊 刘华明 主编  
哈尔滨工业大学 曹聚盛 副主编

我国的刀具制造业已有较长的历史，改革开放以来，特别是近几年随着我国机械制造业的蓬勃发展，刀具工业已发展到相当大的规模，不仅有数量较多的专业工具厂，而且大量的机械制造厂都在使用和生产刀具。我国现在的生产总值和制造业规模，仅次于美国、日本，最近又超过了德国，已居世界第三位。我国已是世界制造大国，机床拥有量世界第一，年消耗刀具近 20 亿美元。提高切削技术、正确设计和选用先进高效精密刀具，能大大提高机械制造的生产率，提高产品质量，降低生产成本，对整个机械制造工业影响极大。先进高效刀具是提高机械制造业水平和提高加工效率的最积极因素之一。

但是国内专门的刀具设计书还比较少，系统全面地介绍各种刀具设计的书更缺。为解决刀具设计的急需，为从事刀具设计的工程技术人员提供一本实用的案头书，我们组织编写了本书。本书系统全面地介绍了各种金属切削刀具的结构及其设计，包括普通刀具和复杂刀具的设计。全书共分 16 章，介绍了刀具的共同问题：刀具几何参数的定义和刀具材料；普通刀具部分介绍了车刀、孔加工刀具、铣刀和螺纹刀具；复杂刀具部分介绍了拉刀、数控刀具、齿轮刀具和加工非渐开线齿形工件的刀具。对常用的标准刀具，扼要地介绍了刀具的结构特点和设计方法。对非标准刀具和一些参考资料中叙述较少的先进高效刀具，则较详细地介绍了它们的设计方法。本书编写取材，尽量采用经过生产实际检验过的资料，同时也适当注意国内外刀具技术的新发展。书中除附有大量的图表、数据、标准资料、部分刀具合理正确使用的经验资料和技术要求外，对不少刀具列有详细的设计计算步骤，并附有设计示例和工作图。书末附有刀具夹持部分的结构和尺寸，作为设计时参考。

参加本手册编写的有哈尔滨工业大学、哈尔滨第一工具厂、哈尔滨量具刀具厂、哈尔滨汽轮机厂、哈尔滨风华有限公司、哈尔滨理工大学、哈尔滨先锋机电有限公司、黑龙江科技学院等单位的多名同志。本书由袁哲俊、刘华明担任主编。编写中得到很多工厂、学校和科研院所同志的帮助，并提供资料和意见，在此一并致谢。本次手册编写过程中，哈尔滨量具刀具厂曹聚盛高工不幸因病去世，对此我们深表哀悼。

由于受到本书篇幅限制，还有不少刀具设计内容未能编入。由于我们水平有限，编写仓促，书中缺点错误在所难免，希望广大读者批评指正。

主文源 袁哲俊 具氏余齿研如 章 9 第  
国意来 刘华明 具氏余齿研如 章 10 第 编 著  
曹聚盛 曹聚盛 具氏余齿研如 章 11 第  
李英毅 袁哲俊 具氏余齿研如 章 12 第  
陈大福 袁哲俊 具氏余齿研如 章 13 第  
魏 斌 袁哲俊 具氏余齿研如 章 14 第  
喜家王 袁哲俊 具氏余齿研如 章 15 第  
魏家王 曹聚盛 具氏余齿研如 章 16 第  
曹聚盛 曹聚盛 具氏余齿研如 章 17 第

# 目 录

## 前言

## 第1章 刀具几何参数的定义

- 1.1 切削运动和切削用量 ..... 1
  - 1.1.1 工件的加工表面 ..... 1
  - 1.1.2 切削运动 ..... 1
  - 1.1.3 切削用量 ..... 1
- 1.2 刀具切削部分的构造要素 ..... 2
- 1.3 确定刀具角度的参考系 ..... 4
  - 1.3.1 刀具静止参考系 ..... 4
  - 1.3.2 刀具工作参考系 ..... 4
- 1.4 刀具角度的定义与各角度间的关系 ..... 6
  - 1.4.1 刀具角度(刀具的标注角度) ..... 6
  - 1.4.2 刀具在静止参考系内各角度间的关系 ..... 6
  - 1.4.3 刀具的工作角度 ..... 6
  - 1.4.4 刀具工作角度与标注角度的关系 ..... 8
- 1.5 刀具几何角度及刃部参数的选择原则 ..... 10

## 第2章 刀具材料

- 2.1 概述 ..... 12
  - 2.1.1 刀具材料应具备的性能 ..... 12
  - 2.1.2 常用刀具材料的种类 ..... 12
  - 2.1.3 不同刀具材料的基本性能分析 ..... 13
- 2.2 刀具材料的改性和涂层 ..... 14
  - 2.2.1 刀具的表面化学热处理 ..... 14
  - 2.2.2 刀具表面涂层 ..... 15
- 2.3 工具钢 ..... 24
  - 2.3.1 碳素工具钢 ..... 24
  - 2.3.2 合金工具钢 ..... 24
  - 2.3.3 高速工具钢 ..... 26
- 2.4 硬质合金 ..... 35
  - 2.4.1 硬质合金的性能特点 ..... 35
  - 2.4.2 硬质合金的种类 ..... 37
  - 2.4.3 硬质合金的选用 ..... 43
- 2.5 陶瓷及超硬刀具材料 ..... 50
  - 2.5.1 陶瓷刀具材料 ..... 50
  - 2.5.2 金刚石和立方氮化硼刀具材料 ..... 61

## 第3章 车刀和刨刀

- 3.1 整体、焊接和机夹车刀 ..... 69
  - 3.1.1 车刀的种类和用途 ..... 69
  - 3.1.2 车刀的结构设计 ..... 70
  - 3.1.3 焊接式硬质合金车刀 ..... 76
  - 3.1.4 机夹式硬质合金车刀 ..... 88
  - 3.1.5 切断刀 ..... 96
  - 3.1.6 几种典型车刀的制图 ..... 99
- 3.2 可转位车刀 ..... 100
  - 3.2.1 可转位车刀的设计特点 ..... 100

- 3.2.2 硬质合金可转位刀片与刀垫 ..... 101
- 3.2.3 可转位刀片的选择 ..... 130
- 3.2.4 可转位车刀几何角度的选择与计算 ..... 138
- 3.2.5 可转位车刀的型号表示规则 ..... 139
- 3.2.6 可转位车刀的形式与尺寸 ..... 142
- 3.2.7 主要夹紧元件的尺寸与计算 ..... 150
- 3.2.8 硬质合金可转位车刀技术条件 ..... 154
- 3.2.9 硬质合金可转位车刀设计示例 ..... 154

- 3.3 重型车刀 ..... 156
  - 3.3.1 重型车削的定义 ..... 156
  - 3.3.2 刀具结构与特点 ..... 156
  - 3.3.3 刀片的夹紧方式选择与设计要点 ..... 156
  - 3.3.4 重型车刀刀片 ..... 158
  - 3.3.5 模块式重型车刀系统 ..... 158
- 3.4 超硬材料车刀 ..... 160
  - 3.4.1 结构形式、特点及适用范围 ..... 160
  - 3.4.2 复合刀片 ..... 163
  - 3.4.3 金刚石车刀与立方氮化硼车刀的几何角度与切削用量 ..... 165
  - 3.4.4 单晶金刚石车刀设计示例 ..... 169

- 3.5 刨刀 ..... 170
  - 3.5.1 刨刀的种类和用途 ..... 170
  - 3.5.2 刨刀的设计要点 ..... 170
  - 3.5.3 精刨刀 ..... 170
  - 3.5.4 重型刨刀 ..... 173
  - 3.5.5 刨刀的刀具角度与切削用量 ..... 173
- 3.6 插刀 ..... 175
  - 3.6.1 插刀的种类和用途 ..... 175
  - 3.6.2 插刀的几何形状与结构特点 ..... 175
  - 3.6.3 插刀的切削角度与插削用量 ..... 176

- 3.7 成形车刀 ..... 176
  - 3.7.1 成形车刀的种类和用途 ..... 176
  - 3.7.2 成形车刀的前角与后角 ..... 177
  - 3.7.3 成形车刀廓形设计和检验样板 ..... 178
  - 3.7.4 成形车刀的结构尺寸与夹固结构 ..... 180
  - 3.7.5 成形车刀的刃磨与技术要求 ..... 186
  - 3.7.6 成形车刀设计示例 ..... 188

## 第4章 孔加工刀具

- 4.1 麻花钻 ..... 195
  - 4.1.1 麻花钻的典型结构 ..... 195
  - 4.1.2 标准麻花钻的刃磨方法 ..... 199
  - 4.1.3 通用标准麻花钻切削部分的改进 ..... 202
  - 4.1.4 标准麻花钻的沟形及其改进措施 ..... 211
  - 4.1.5 其他类型的麻花钻 ..... 220
- 4.2 深孔钻 ..... 222
  - 4.2.1 单刃外排屑深孔钻 ..... 222

4.2.2	内排屑深孔钻	223	5.5.5	锯片铣刀	299
4.2.3	喷吸钻	225	5.5.6	角度铣刀	308
4.2.4	DF系统	229	5.5.7	半圆键槽铣刀	309
4.2.5	深孔环孔钻(套料钻)	229	5.5.8	T形槽铣刀	310
4.3	浅孔钻与中心钻	231	5.5.9	凸凹半圆铣刀	312
4.3.1	浅孔钻	231	5.5.10	圆角铣刀	313
4.3.2	中心钻	231	5.5.11	模具铣刀	314
4.4	扩孔钻	232	5.6	硬质合金铣刀	329
4.4.1	扩孔钻的种类	232	5.6.1	可转位铣刀刀片	329
4.4.2	标准扩孔钻	233	5.6.2	硬质合金立铣刀	338
4.4.3	整体结构焊硬质合金刀片扩孔钻	235	5.6.3	硬质合金T形槽铣刀	347
4.5	铤钻	238	5.6.4	硬质合金锯片铣刀	349
4.5.1	标准铤钻	238	5.6.5	硬质合金槽铣刀	355
4.5.2	镶硬质合金刀片的专用铤钻	239	5.6.6	硬质合金旋转铤	360
4.5.3	复合专用铤钻	239	5.6.7	面铣刀	360
4.5.4	四方孔及六方孔铤钻	239	5.6.8	高速切削时刀具的动平衡	371
4.6	铰刀	242	<b>第6章 拉刀</b>		373
4.6.1	铰刀的种类	242	6.1	概述	373
4.6.2	铰刀设计中的共性问题	242	6.1.1	拉刀种类	373
4.6.3	加工圆柱孔用的整体手用铰刀	245	6.1.2	拉刀结构要素	374
4.6.4	加工圆柱孔用整体机用铰刀	246	6.1.3	拉削特点及拉削图形	374
4.6.5	加工圆锥孔用的铰刀	252	6.2	拉刀参数确定	378
4.6.6	复合加工用的铰刀	258	6.2.1	拉削余量及齿升量	378
4.6.7	可调铰刀	258	6.2.2	容屑槽及分屑槽	380
4.6.8	电镀金刚石铰刀	263	6.2.3	拉刀几何参数	384
4.7	镗刀	264	6.2.4	拉刀校准部	384
4.7.1	整体结构的镗刀及一般机夹刀片镗刀	264	6.2.5	拉刀无刀齿的光滑部分	386
4.7.2	组合式镗刀杆	265	6.2.6	拉刀总长度和成套拉刀的设计要求	393
4.7.3	带可微调机构的镗刀头	267	6.2.7	拉削力及拉刀强度验算	394
<b>第5章 铣刀</b>		271	6.3	圆拉刀和圆推刀	397
5.1	铣刀的种类和用途	271	6.3.1	普通圆拉刀	397
5.1.1	尖齿铣刀	271	6.3.2	圆推刀	401
5.1.2	铲齿铣刀	271	6.3.3	挤光圆拉刀和圆推刀	402
5.2	铣削参数和铣刀几何角度的选择	271	6.3.4	螺旋齿普通圆拉刀	403
5.2.1	铣刀几何角度的选择	271	6.3.5	深孔圆拉刀	405
5.2.2	铣刀的减振设计	272	6.3.6	精密圆拉刀和圆推刀	408
5.2.3	铣削用量要素及切削层参数	274	6.4	键槽拉刀	410
5.2.4	顺铣与逆铣	275	6.4.1	键槽的种类与加工	410
5.2.5	铣削的特点	275	6.4.2	键槽拉刀的结构形式和特点	410
5.3	铣刀的连接结构	276	6.4.3	键槽拉刀的拉削余量	419
5.4	成形铣刀	277	6.4.4	键槽拉刀的横截面及主要参数的确定	421
5.4.1	成形铣刀的种类和用途	277	6.4.5	键槽拉刀其他参数的确定	422
5.4.2	铲齿成形铣刀	278	6.4.6	键槽拉刀的导套	422
5.4.3	铲齿成形铣刀结构参数的确定	279	6.4.7	键槽拉刀的前导部长度	423
5.4.4	加工直槽的成形铣刀廓形设计	284	6.4.8	键槽拉刀设计示例	424
5.4.5	加工螺旋槽的成形铣刀廓形设计	284	6.5	矩形花键拉刀	434
5.5	高速钢铣刀	287	6.5.1	普通矩形花键拉刀	434
5.5.1	高速钢尖齿铣刀结构参数的设计	287	6.5.2	螺旋花键拉刀	442
5.5.2	圆柱铣刀	288	6.5.3	矩形花键推刀	445
5.5.3	立铣刀	290	6.6	渐开线花键拉刀	446
5.5.4	盘铣刀	296	6.6.1	渐开线花键拉刀设计特点	446

6.6.2	渐开线花键拉刀后顶尖抬高量计算	447	6.11.9	性能试验	505
6.6.3	渐开线花键拉刀齿形代用圆弧	448	6.11.10	标志和包装	505
6.6.4	抬高后顶尖后, 渐开线花键拉刀的齿形修正	449	6.12	拉刀的合理使用	505
6.6.5	渐开线花键拉刀齿形的量棒测量法	449	6.12.1	拉刀使用前的准备工作	505
6.6.6	梯形齿粗拉刀的设计	450	6.12.2	拉刀的正确使用	509
6.6.7	直线齿形(45°压力角)渐开线花键拉刀设计	451	6.12.3	拉刀的刃磨	510
6.6.8	渐开线花键拉刀设计示例	452	6.12.4	拉削缺陷及消除方法	513
6.7	成形孔拉刀	468	<b>第7章 螺纹刀具</b>		<b>517</b>
6.7.1	四方孔拉刀和六方孔拉刀	468	7.1	螺纹刀具分类、特点和用途	517
6.7.2	矩形孔拉刀	475	7.2	螺纹车刀	517
6.7.3	复合孔拉刀	476	7.2.1	机夹刀片螺纹车刀	517
6.8	装配式内拉刀	478	7.2.2	螺纹梳刀	520
6.8.1	装配式矩形花键拉刀	478	7.2.3	圆体螺纹车刀	521
6.8.2	轴承保持架拉刀	478	7.2.4	特型螺纹车刀举例	522
6.8.3	套环式七键定子拉刀	480	7.3	丝锥	523
6.8.4	内齿轮拉刀	482	7.3.1	丝锥结构设计中的共性问题	523
6.8.5	装配式螺旋圆拉刀	483	7.3.2	丝锥的螺纹公差	528
6.8.6	叶片槽拉刀	485	7.3.3	机用和手用丝锥	528
6.9	外拉刀	485	7.3.4	细长柄机用丝锥	535
6.9.1	概述	485	7.3.5	长柄螺母丝锥	535
6.9.2	齿升量	486	7.3.6	短柄螺母丝锥	539
6.9.3	铲齿外拉刀的齿距	486	7.3.7	弯柄螺母丝锥	542
6.9.4	刀齿结构	487	7.3.8	螺旋槽丝锥	545
6.9.5	刀块的截面尺寸及长度	488	7.3.9	螺尖丝锥	548
6.9.6	刀块的固定方法	489	7.3.10	内容屑丝锥	552
6.9.7	刀块的支承	490	7.3.11	挤压丝锥	558
6.9.8	刀块的调整	490	7.3.12	梯形螺纹丝锥	560
6.9.9	组合式外拉刀的典型刀块	491	7.3.13	拉削丝锥	563
6.9.10	几种外拉刀的拉削工作量分配	495	7.3.14	55°圆柱管螺纹丝锥	566
6.10	拉刀刀齿的廓形(齿形)修正	496	7.3.15	55°圆锥管螺纹丝锥	570
6.10.1	渐开线花键拉刀的齿形修正	496	7.3.16	60°圆锥管螺纹丝锥	572
6.10.2	直线齿形渐开线花键拉刀的齿形修正(角度修正)	497	7.3.17	统一螺纹丝锥和螺母丝锥	573
6.10.3	外拉刀的直线角度齿形的修正	497	7.3.18	丝锥切削图形的改进及丝锥的正确使用	579
6.10.4	矩形槽拉刀的齿形修正	498	7.4	板牙	583
6.10.5	燕尾拉刀的廓形修正	498	7.4.1	圆板牙	583
6.10.6	枫树拉刀的廓形修正	498	7.4.2	55°圆柱管螺纹圆板牙	597
6.10.7	圆弧拉刀的廓形修正	500	7.4.3	55°圆锥管螺纹圆板牙	598
6.10.8	成形式成形拉刀的廓形修正	501	7.4.4	60°圆锥管螺纹圆板牙	599
6.11	拉刀的技术要求	501	7.4.5	圆板牙架形式和互换尺寸	600
6.11.1	拉刀外观及表面粗糙度	501	7.4.6	六方板牙	601
6.11.2	拉刀刀齿尺寸极限偏差	501	7.5	螺纹铣刀	602
6.11.3	拉刀刀齿的圆跳动	502	7.5.1	圆盘形螺纹铣刀	602
6.11.4	齿形及周节累积公差	503	7.5.2	梳形螺纹铣刀	603
6.11.5	渐开线花键拉刀的量棒测量值 $M_R$ 的极限偏差	503	7.6	滚丝轮、搓丝板	610
6.11.6	方拉刀和矩形拉刀的尺寸公差	503	7.6.1	滚丝轮	610
6.11.7	其他公差项目	503	7.6.2	搓丝板	613
6.11.8	拉刀材料及热处理硬度	505	7.7	螺纹切头	616
			7.7.1	圆梳刀螺纹切头的典型结构及设计	616
			7.7.2	径向平梳刀螺纹切头的结构及设计	626
			7.7.3	切向平梳刀螺纹切头	631



<b>第8章 数控机床用工具系统</b> .....	635	10.1.2 滚刀的结构参数 .....	723
8.1 概述 .....	635	10.1.3 标准齿轮滚刀的基本尺寸 .....	725
8.2 机床与工具系统的接口及其标准 .....	635	10.1.4 齿轮滚刀的技术要求 .....	725
8.2.1 镗铣类数控机床与工具系统的接口及其标准 .....	635	10.1.5 齿轮滚刀的设计步骤及计算示例 .....	728
8.2.2 车削类数控机床与工具系统的接口及其标准 .....	647	10.2 其他结构齿轮滚刀 .....	731
8.2.3 带有法兰接触面的空心圆锥接口 .....	662	10.2.1 大模数镶齿齿轮滚刀 .....	731
8.3 TSG 工具系统 .....	668	10.2.2 圆磨法齿轮滚刀 .....	732
8.3.1 TSG 工具系统中各种工具的型号 .....	668	10.2.3 小模数齿轮滚刀 .....	732
8.3.2 TSG 工具系统图 .....	669	10.2.4 渐开线花键滚刀 .....	734
8.3.3 接长杆刀柄及其接长杆 .....	669	10.3 剃前滚刀和磨前滚刀 .....	735
8.3.4 弹簧夹头刀柄及其接杆 .....	673	10.3.1 剃前齿轮滚刀 .....	735
8.3.5 7:24 锥柄快换夹头刀柄及其接杆 .....	675	10.3.2 磨前齿轮滚刀 .....	739
8.3.6 钻夹头刀柄 .....	678	10.4 硬质合金滚刀 .....	742
8.3.7 无扁尾莫氏锥孔刀柄及其接杆 .....	680	10.4.1 硬质合金滚刀的结构 .....	742
8.3.8 有扁尾莫氏锥孔刀柄及其接杆 .....	680	10.4.2 硬质合金滚刀的齿形和切削角度 .....	743
8.3.9 攻螺纹夹头刀柄 .....	681	10.4.3 硬质合金滚刀的基本尺寸和计算尺寸 .....	743
8.3.10 镗刀类刀柄 .....	684	10.5 滚刀的重磨与检验 .....	744
8.3.11 铣刀类刀柄 .....	690	10.5.1 滚刀重磨时的技术要求 .....	744
8.3.12 套式扩孔钻和铰刀刀柄 .....	693	10.5.2 滚刀重磨后的检验 .....	744
8.4 整体式工具系统的制造与验收技术条件 .....	694	<b>第11章 加工蜗轮、蜗杆的刀具</b> .....	748
8.4.1 工具柄部 .....	694	11.1 普通蜗轮滚刀 .....	748
8.4.2 接柄 .....	694	11.1.1 ZA、ZN、ZI、ZK 型蜗杆的几何特性 .....	748
8.4.3 工作部分 .....	694	11.1.2 蜗轮滚刀的工作原理和加工方法 .....	748
8.5 镗铣类模块式工具系统 .....	696	11.1.3 蜗轮滚刀的结构设计 .....	749
8.5.1 工具模块型号的编制方法 .....	696	11.1.4 蜗轮滚刀的齿形 .....	753
8.5.2 拼装的刀柄型号编写方法 .....	698	11.1.5 蜗轮滚刀的技术条件 .....	757
<b>第9章 成形齿轮刀具</b> .....	699	11.1.6 蜗轮滚刀的设计步骤及示例 .....	761
9.1 成形齿轮刀具的种类和应用 .....	699	11.1.7 点接触非对偶型蜗轮滚刀设计方法的发展 .....	762
9.1.1 基本工作原理 .....	699	11.2 蜗轮剃齿刀 .....	764
9.1.2 成形齿轮刀具的主要种类 .....	699	11.3 蜗轮飞刀 .....	764
9.2 盘形齿轮铣刀 .....	700	11.3.1 飞刀的工作原理与应用范围 .....	764
9.2.1 盘形齿轮铣刀的主要类型 .....	700	11.3.2 飞刀的齿形计算 .....	765
9.2.2 标准齿轮铣刀的齿形确定和铣刀刀号 .....	701	11.3.3 飞刀及刀杆的结构 .....	765
9.2.3 加工斜齿轮时盘形铣刀(磨轮)齿形的确定 .....	706	11.4 加工圆弧圆柱蜗杆副的刀具 .....	766
9.2.4 标准盘形齿轮铣刀的结构尺寸和技术条件 .....	707	11.4.1 ZC3 型轴向圆弧圆柱蜗轮滚刀 .....	767
9.2.5 镶齿盘形齿轮铣刀 .....	710	11.4.2 ZC1 型圆弧圆柱蜗轮滚刀与飞刀 .....	769
9.3 指形齿轮铣刀 .....	711	11.4.3 ZC2 型圆弧圆柱蜗轮滚刀与飞刀 .....	772
9.3.1 指形齿轮铣刀的主要类型 .....	711	11.5 加工环面蜗杆副的刀具 .....	775
9.3.2 指形齿轮铣刀齿形的确定 .....	711	11.5.1 直廓环面蜗杆传动简介 .....	775
9.3.3 指形齿轮铣刀刀齿结构 .....	713	11.5.2 加工直廓环面蜗杆的切刀盘与切刀 .....	777
9.3.4 指形齿轮铣刀的夹固部分和其他尺寸 .....	715	11.5.3 加工直廓环面蜗轮的滚刀与飞刀 .....	780
9.3.5 粗加工用指形齿轮铣刀 .....	717	<b>第12章 插齿刀和梳齿刀</b> .....	784
9.3.6 精加工用螺旋齿指形铣刀 .....	719	12.1 插齿刀的工作原理和种类用途 .....	784
9.3.7 指形齿轮铣刀的技术要求 .....	720	12.1.1 插齿刀的工作原理 .....	784
<b>第10章 齿轮滚刀</b> .....	721	12.1.2 插齿刀的种类和应用 .....	784
10.1 整体齿轮滚刀 .....	721	12.1.3 插齿刀的新结构 .....	784
10.1.1 齿形设计 .....	721	12.2 外啮合直齿插齿刀 .....	786
		12.2.1 插齿刀的后角、前角和齿形修正 .....	786

12.2.2	插齿刀变位系数的确定	788	13.2.4	径向剃齿刀齿面坐标计算示例	895
12.2.3	插齿刀齿顶圆角半径的确定	793	13.2.5	径向剃齿刀齿面的修形量	897
12.2.4	直齿外插齿刀结构和主要参数的确定	794	13.2.6	径向剃齿刀容屑槽的排列及错距计算	900
12.2.5	标准直齿外插齿刀的精度等级、结构尺寸、齿形尺寸和通用技术条件	801	13.2.7	径向剃齿刀的齿面磨削	901
12.3	内啮合直齿插齿刀	814	13.3	内齿轮剃齿刀	902
12.3.1	内啮合插齿刀的特点	814	13.3.1	内齿轮剃齿的啮合特点	902
12.3.2	内插齿刀最大变位系数 $(x_0)_{\max}$ 的确定	814	13.3.2	内齿轮剃齿刀齿面的形成	902
12.3.3	内插齿刀最小变位系数 $(x_0)_{\min}$ 的确定	816	13.3.3	内齿轮剃齿刀齿形计算示例	904
12.3.4	少齿数插齿刀本身根切的避免	818	13.4	其他剃齿法和所用剃齿刀	906
12.3.5	内啮合直齿插齿刀结构参数的确定和设计步骤	819	13.4.1	对角剃齿法——斜向进给	906
12.4	几种专门用途的直齿插齿刀	827	13.4.2	切向剃齿法——横向进给	907
12.4.1	渐开线花键孔插齿刀	827	13.4.3	鼓形齿剃齿法和所用剃齿刀	907
12.4.2	谐波齿轮插齿刀	830	13.5	剃齿精度和剃齿刀齿形修正	908
12.4.3	修缘插齿刀	832	13.5.1	剃齿精度	908
12.4.4	剃前插齿刀	834	13.5.2	剃齿刀齿形的修正	910
12.5	斜齿插齿刀	836	<b>第14章 直齿锥齿轮刀具</b>		912
12.5.1	斜齿插齿刀概述	836	14.1	直齿锥齿轮刀具概述	912
12.5.2	人字齿轮插齿刀	840	14.1.1	直齿锥齿轮简介	912
12.5.3	斜齿轮插齿刀	841	14.1.2	直齿锥齿轮的仿形加工法和刀具	913
12.5.4	加工斜齿插齿刀的专用滚刀齿形计算	845	14.1.3	按无瞬心包络法加工的圆拉铣削法	914
12.6	插齿刀制造和使用中的若干问题	846	14.1.4	展成法加工直齿锥齿轮	915
12.6.1	插齿刀侧刃齿形表面的磨制	846	14.2	成对展成锥齿轮刨刀	915
12.6.2	插齿切削用量的优选	847	14.2.1	成对展成锥齿轮刨刀的工作原理	915
12.6.3	插齿刀的刃磨	848	14.2.2	锥齿轮刨刀结构尺寸的确定	916
12.7	梳齿刀	848	14.2.3	标准锥齿轮精刨刀的结构尺寸	918
12.7.1	梳齿刀概述	848	14.2.4	直齿锥齿轮精刨刀技术条件	919
12.7.2	直齿梳齿刀	848	14.2.5	直齿锥齿轮粗刨刀	920
12.7.3	斜齿梳齿刀	849	14.3	成对展成锥齿轮铣刀	921
12.7.4	梳齿刀的技术要求	852	14.3.1	成对展成锥齿轮铣刀的工作原理	921
12.7.5	加工非标准齿轮	853	14.3.2	铣刀盘直径和内凹角的确定	921
<b>第13章 剃齿刀</b>		856	14.3.3	铣刀盘和刀齿的结构	922
13.1	普通剃齿刀	856	14.3.4	铣刀盘刀齿的主要技术要求	923
13.1.1	剃齿方法概述	856	14.4	成形定装锥齿轮滚刀	924
13.1.2	剃齿工作原理	856	14.4.1	成形定装锥齿轮滚刀的工作原理	924
13.1.3	剃齿时的进给方式和轴交角	859	14.4.2	成形定装锥齿轮滚刀的齿形计算	924
13.1.4	剃齿刀重要结构参数的分析和确定	862	14.4.3	成形定装锥齿轮滚刀的其他结构尺寸	927
13.1.5	专用剃齿刀设计	867	14.5	成形锥齿轮铣刀	928
13.1.6	已有的通用剃齿刀的适用性检验	868	14.5.1	盘形锥齿轮铣刀	928
13.1.7	盘形剃齿刀的结构尺寸、精度和技术要求	884	14.5.2	指形锥齿轮铣刀	930
13.2	径向剃齿刀	892	14.6	用标准刀具加工非标准锥齿轮	931
13.2.1	径向剃齿刀的特点	892	14.6.1	用标准锥齿轮刨刀加工非标准锥齿轮	931
13.2.2	径向剃齿刀齿面分析	892	14.6.2	用标准成对齿轮铣刀加工非标准锥齿轮	932
13.2.3	径向剃齿刀齿面坐标求解的计算框图与程序	894	14.6.3	用标准锥齿轮刨刀加工鼓形锥齿轮	932
			<b>第15章 曲线齿锥齿轮加工刀具</b>		934
			15.1	弧齿锥齿轮铣刀	934
			15.1.1	弧齿锥齿轮加工方法概述	934

15.1.2	弧齿锥齿轮铣刀盘	935	16.6.1	单圆弧齿轮滚刀	989
15.2	长幅外摆线齿锥齿轮铣刀	950	16.6.2	双圆弧齿轮滚刀	992
15.2.1	长幅外摆线齿锥齿轮加工原理	950	16.7	钟表齿轮滚刀	996
15.2.2	长幅外摆线齿锥齿轮的分类	951	16.7.1	钟表齿轮的齿形特点及计算	996
15.2.3	长幅外摆线齿锥齿轮铣刀	951	16.7.2	钟表齿轮滚刀的齿形计算	997
<b>第16章 加工非渐开线齿形工件的刀具</b>		962	16.7.3	钟表齿轮滚刀的结构尺寸和主要技术要求	998
16.1	用展成法加工非渐开线齿形的滚刀齿形求法	962	16.7.4	钟表齿轮滚刀的设计步骤及计算示例	998
16.2	矩形花键滚刀设计	964	16.8	定装滚刀	1001
16.2.1	矩形花键轴齿形主要参数	964	16.8.1	按成形展成组合原理工作的滚刀(长齿花键滚刀)	1001
16.2.2	矩形花键滚刀设计	965	16.8.2	按成形滚切法工作的成形滚刀	1003
16.2.3	矩形花键滚刀的主要技术要求	967	16.9	非渐开线插齿刀	1009
16.2.4	矩形花键滚刀的设计步骤及计算示例	973	16.9.1	花键轴插齿刀	1009
16.3	三角花键滚刀	977	16.9.2	花键孔插齿刀	1011
16.4	滚子链和套筒滚子链链轮滚刀	978	16.9.3	矩形花键插齿刀侧齿面逼近加工	1012
16.4.1	链轮端面齿形	978	16.9.4	矩形花键插齿刀设计示例	1013
16.4.2	链轮滚刀设计	979	16.10	展成车刀	1018
16.4.3	链轮滚刀的技术要求	980	16.10.1	展成车刀齿形的求解	1018
16.4.4	链轮滚刀的设计步骤及计算示例	981	16.10.2	工件节线位置的选择	1019
16.5	摆线针轮滚刀	984	16.10.3	展成车刀节圆半径的选取	1020
16.5.1	摆线针轮齿形的形成原理及方程	984	16.10.4	展成车刀的切削角度和结构形式	1020
16.5.2	摆线齿轮滚刀的法向齿形计算	986	16.10.5	展成车刀加工实例——齿条加工	1021
16.5.3	摆线齿轮滚刀的基本尺寸及主要技术要求	986	16.10.6	按空间啮合原理工作的展成车刀——车齿刀	1021
16.5.4	摆线齿轮滚刀的设计步骤及计算示例	986	<b>附录 刀具常用数表</b>		1023
16.6	圆弧齿轮滚刀	989	<b>参考文献</b>		1043

# 第1章 刀具几何参数的定义

各种刀具几何参数的名词与术语必须有统一的定义。为此，国际标准化组织制定了有关的标准，即 ISO 3002《切削和磨削加工的基本参数》。它规定了刀具几何参数的通用术语、基准坐标系、刀具角度、切削中的运动参数、力、能、功率等的定义。我国也于 1990 年制定了国家标准 GB/T 12204—1990《金属切削基本术语》，它参照采用了 ISO 3002 的主要部分。本章按照 GB/T 12204—1990 和 ISO 3002 介绍刀具基本几何参数的定义、所定义的刀具各角度之间的关系和换算公式。

## 1.1 切削运动和切削用量

### 1.1.1 工件的加工表面

在切削过程中，工件上的加工余量不断地被刀具切除，从而在工件上形成三个不断变化着的表面。这三个表面的定义见表 1-1 和图 1-1 所示。

表 1-1 工件的加工表面 (GB/T 12204—1990)

术语	定义
待加工表面	工件上有待切除的表面
已加工表面	工件上经刀具切削后产生的表面
过渡表面	工件上由切削刃正在形成的那部分表面，它在下一切削行程，刀具或工件的下一转里被切除，或者由下一切削刃切除

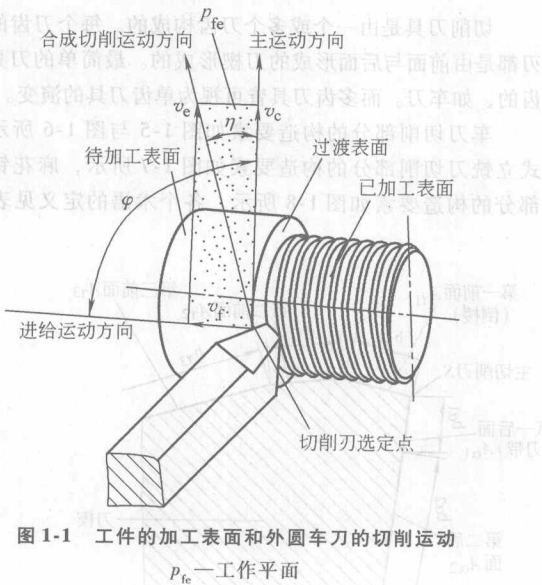


图 1-1 工件的加工表面和外圆车刀的切削运动

### 1.1.2 切削运动

切削运动是指切削过程中刀具相对于工件的运动。其速度和方向都是相对于工件定义的。

外圆车刀的切削运动、圆柱形铣刀的切削运动和麻花钻的切削运动如图 1-1、图 1-2、图 1-3 所示。其定义见

表 1-2。表 1-2 的定义不仅适用于以上三种刀具，而且适用于所有刀具。

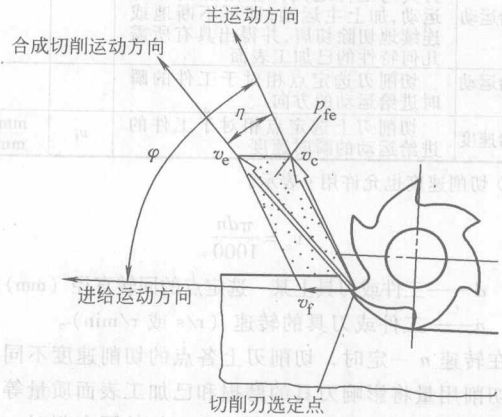


图 1-2 圆柱形铣刀的切削运动

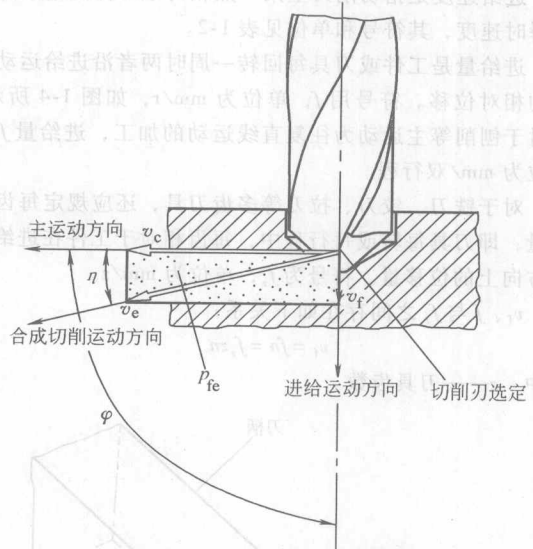


图 1-3 麻花钻的切削运动

### 1.1.3 切削用量

在切削加工中，需要根据不同的工件材料、刀具材料和其他技术、经济要求来选定适宜的切削速度和进给速度，还要选定适宜的背吃刀量。这三者称为切削用量。

#### 1. 切削速度

切削速度是指刀具切削刃上某一选定点相对于工件的主运动的瞬时速度。大多数切削加工的主运动采用回转运动。回转体（刀具或工件）上外圆或内孔某一选定点的切削速度  $v_c$  的计算公式为

表 1-2 切削运动 (GB/T 12204—1990)

术语	定义	符号	计量单位	术语	定义	符号	计量单位
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,从而使刀具前刀面接近工件			合成切削运动	由主运动和进给运动合成的运动		
主运动方向	切削刃选定点相对于工件的瞬时主运动方向			合成切削运动方向	切削刃选定点相对于工件的瞬时合成切削运动的方向		
切削速度	切削刃选定点相对于工件的主运动的瞬时速度	$v_c$ ①	m/s 或 m/min	合成切削速度	切削刃选定点相对于工件的合成切削运动的瞬时速度	$v_c$	m/s (或 m/min)
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			进给运动角	同一瞬间进给运动方向和主运动方向之间的夹角,在工作平面中测量	$\varphi$	(°)
进给运动方向	切削刃选定点相对于工件的瞬时进给运动的方向			合成切削速度角	同一瞬间主运动方向与合成切削运动方向之间的夹角,在工作平面 $P_{fc}$ 中测量	$\eta$	(°)
进给速度	切削刃上选定点相对于工件的进给运动的瞬时速度	$v_f$	mm/s 或 mm/min				

① 切削速度也允许用  $v$  表示。

$$v_c = \frac{\pi dn}{1000}$$

式中  $d$ ——工件或刀具上某一选定点的回转直径 (mm);  
 $n$ ——工件或刀具的转速 (r/s 或 r/min)。

在转速  $n$  一定时,切削刃上各点的切削速度不同。考虑到切削用量将影响刀具的磨损和已加工表面质量等,确定切削用量时应取最大的切削速度,如外圆车削时,应取待加工表面的切削速度。

### 2. 进给速度、进给量和每齿进给量

进给速度是指切削刃上某一点相对于工件的进给运动的瞬时速度,其符号和单位见表 1-2。

进给量是工件或刀具每回转一周时两者沿进给运动方向的相对位移。符号用  $f$ ,单位为 mm/r,如图 1-4 所示。而对于刨削等主运动为往复直线运动的加工,进给量  $f$  的单位为 mm/双行程。

对于铣刀、铰刀、拉刀等多齿刀具,还应规定每齿进给量,即刀具每转或每行程中,每齿相对于工件在进给运动方向上的位移量。符号为  $f_z$ ,单位为 mm/z。

$v_f$ 、 $f$  与  $f_z$  之间存在如下关系:

$$v_f = fn = f_z zn$$

式中  $z$ ——刀具齿数。

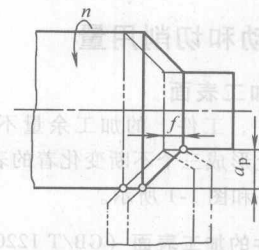


图 1-4 进给量和背吃刀量

### 3. 背吃刀量

背吃刀量为工件已加工表面和待加工表面间的垂直距离,单位为 mm,如图 1-4 中的  $a_p$ 。它表示切削刃切入工件的深度,习惯称为切削深度。

## 1.2 刀具切削部分的构造要素

切削刀具是由一个或多个刀齿构成的。每个刀齿的切削刃都是由前面与后面形成的刀楔形成的。最简单的刀具是单齿的,如车刀。而多齿刀具皆可视作单齿刀具的演变。

车刀切削部分的构造要素如图 1-5 与图 1-6 所示,套式立铣刀切削部分的构造要素如图 1-7 所示,麻花钻切削部分的构造要素如图 1-8 所示。各个术语的定义见表 1-3。

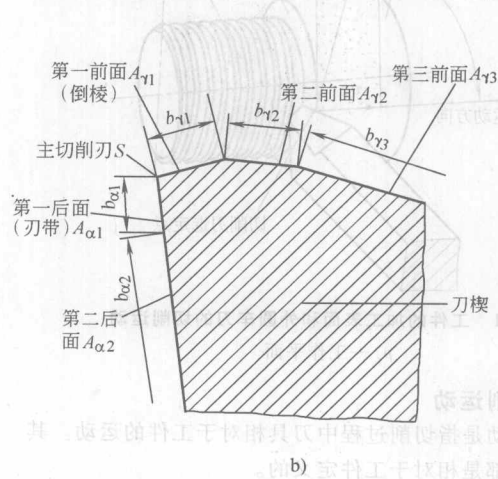
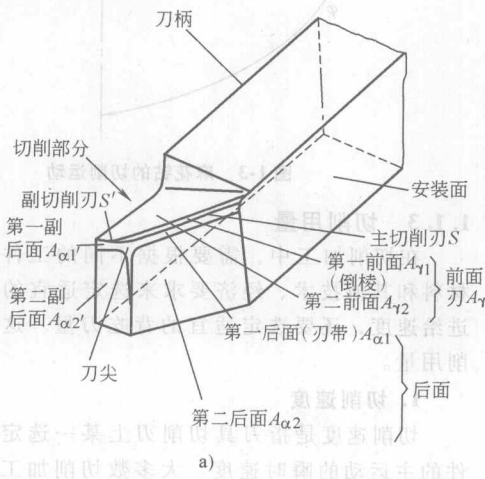


图 1-5 车刀切削部分的构造要素

a) 车刀切削部分上的切削刃和表面 b) 有倒棱或刀带的刀楔

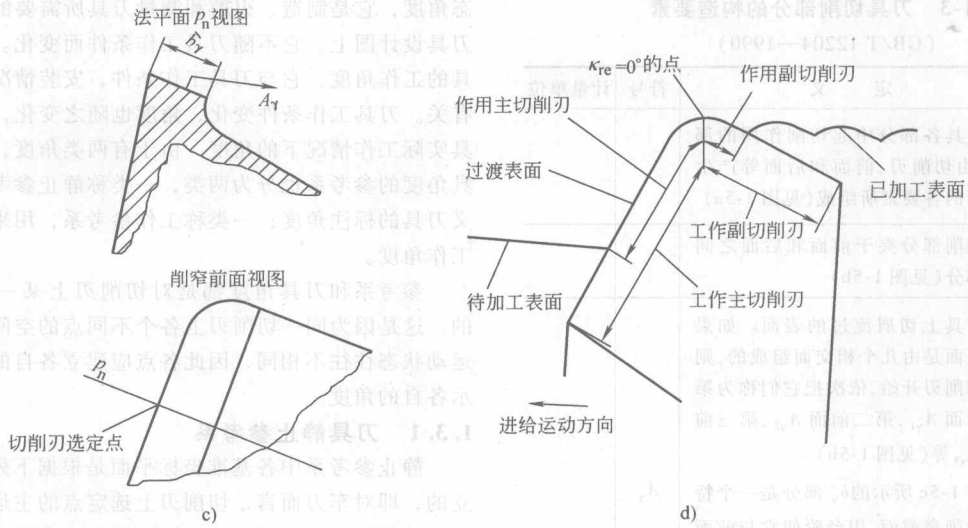


图 1-5 车刀切削部分的构造要素 (续)

c) 切削前面 d) 与刀具和工件有关的几个术语的图示

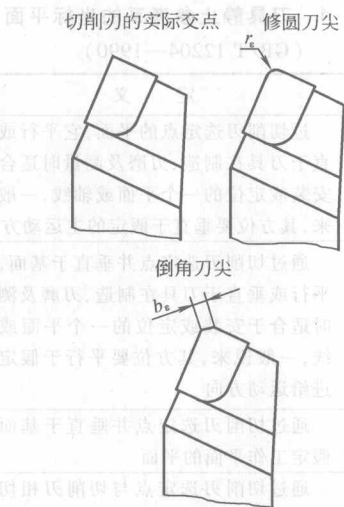


图 1-6 刀尖在基面上的视图

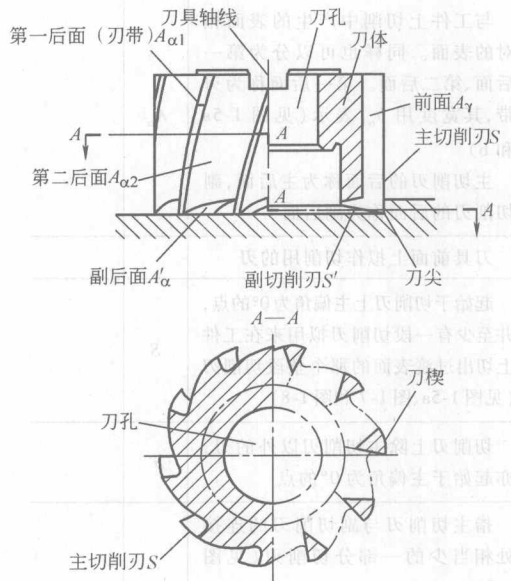


图 1-7 套式立铣刀切削部分上的切削刃和刀具表面

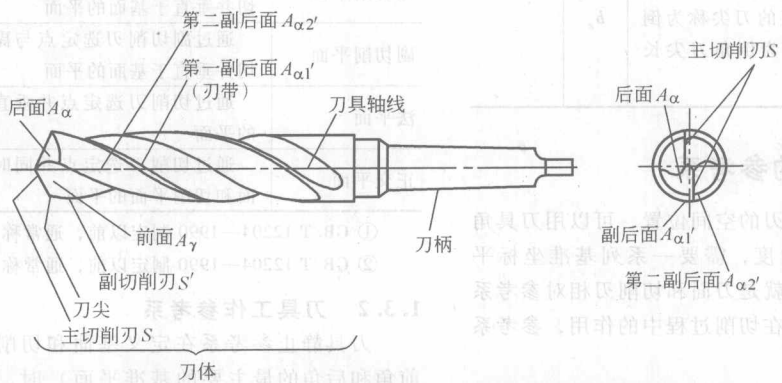


图 1-8 麻花钻切削部分上的切削刃和刀具表面

表 1-3 刀具切削部分的构造要素  
(GB/T 12204—1990)

术语	定义	符号	计量单位
切削部分	刀具各部分中起切削作用的部分,由切削刃、前面和后面等产生切屑的各要素所组成(见图 1-5a)		
刀楔	切削部分夹于前面和后面之间的部分(见图 1-5b)		
前面	<p>刀具上切屑流过的表面。如果前刀面是由几个相交面组成的,则从切削刃开始,依次把它们称为第一前面 <math>A_{\gamma_1}</math>、第二前面 <math>A_{\gamma_2}</math>、第三前面 <math>A_{\gamma_3}</math> 等(见图 1-5b)</p> <p>图 1-5c 所示的 <math>\bar{b}_\gamma</math> 部分是一个特制的倒棱前面,用台阶使它与前面的其余部分分开,而切屑只同它相接触,所以只有这部分是前面</p> <p>第一前面的宽度 <math>b_{\gamma_1}</math> 称为倒棱宽(见图 1-5b)</p>	$A_\gamma$	
后面	<p>与工件上切削中产生的表面相对的表面。同样也可以分为第一后面、第二后面。第一后面称为刃带,其宽度用 <math>b_{a_1}</math> 表示(见图 1-5a 和 b)</p> <p>主切削刃的后面称为主后面,副切削刃的后面称为副后面</p>	$A_\alpha$	
切削刃	刀具前面上拟作切削用的刃		
主切削刃	起始于切削刃上主偏角为 $0^\circ$ 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完整切削刃(见图 1-5a、图 1-7 和图 1-8)	$S$	
副切削刃	切削刃上除主切削刃以外的刃,亦起始于主偏角为 $0^\circ$ 的点	$S'$	
刀尖	<p>指主切削刃与副切削刃的连接处相当少的一部分切削刃(见图 1-6)</p> <p>具有曲线状切削刃的刀尖称为修圆刀尖, <math>r_e</math> 为刀尖圆弧半径</p> <p>具有直线切削刃的刀尖称为倒角刀尖,其长度称为倒角刀尖长度 <math>b_e</math></p>	$r_e$ $b_e$	

### 1.3 确定刀具角度的参考系

确定前面、后面和切削刃的空间位置,可以用刀具角度来表示。而要定义这些角度,需要一系列基准坐标平面,称为参考系。刀具角度就是刀面和切削刃相对参考系的角度。为了反映刀具角度在切削过程中的作用,参考系需依据切削运动建立。

刀具角度可分为两类:一类是刀具标注角度或称为静

态角度,它是制造、刃磨和测量刀具所需要的,并标注在刀具设计图上。它不随刀具工作条件而变化。另一类是刀具的工作角度,它与刀具工作条件,安装情况和切削运动有关。刀具工作条件变化,角度也随之变化,它能反映刀具实际工作情况下的角度。由于有两类角度,因此定义刀具角度的参考系也分为两类,一类称静止参考系,用来定义刀具的标注角度;一类称工作参考系,用来定义刀具的工作角度。

参考系和刀具角度都是对切削刃上某一选定点而言的。这是因为同一切削刃上各个不同点的空间位置和切削运动状态往往不相同,因此各点应建立各自的参考系,表示各自的角度。

#### 1.3.1 刀具静止参考系

静止参考系中各基准坐标平面是根据下列假定条件建立的,即对车刀而言,切削刃上选定点的主运动方向垂直于刀具底面(或轴线),称为假定主运动方向;进给运动方向垂直于刀体轴线,称为假定进给运动方向。同时,切削刃上选定点在工件的中心高上,使刀具定位平面或轴线(如车刀底面、钻头轴线等)与参考系的坐标平面垂直或平行。

静止参考系各基准坐标平面的定义见表 1-4 和图 1-9 所示。

表 1-4 刀具静止参考系的坐标平面  
(GB/T 12204—1990)

坐标平面	定义	符号
基面	过切削刃选定点的平面,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,一般说来,其方位要垂直于假定的主运动方向	$P_r$
假定工作平面 <sup>①</sup>	通过切削刃选定点并垂直于基面,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,一般说来,其方位要平行于假定的进给运动方向	$P_f$
背平面 <sup>②</sup>	通过切削刃选定点并垂直于基面和假定工作平面的平面	$P_p$
切削平面	通过切削刃选定点与切削刃相切并垂直于基面的平面	—
主切削平面	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	$P_s$
副切削平面	通过副切削刃选定点与副切削刃相切并垂直于基面的平面	$P'_s$
法平面	通过切削刃选定点并垂直于切削刃的平面	$P_n$
正交平面	通过切削刃选定点并同时垂直于基面和切削平面的平面	$P_o$

① GB/T 12204—1990 制定以前,通常称为进给平面。

② GB/T 12204—1990 制定以前,通常称为切深平面。

#### 1.3.2 刀具工作参考系

刀具静止参考系在定义基面和切削平面(这是决定前角和后角的最主要的基准平面)时,都只考虑主运动而不考虑进给运动,即未考虑合成切削运动的影响。在一

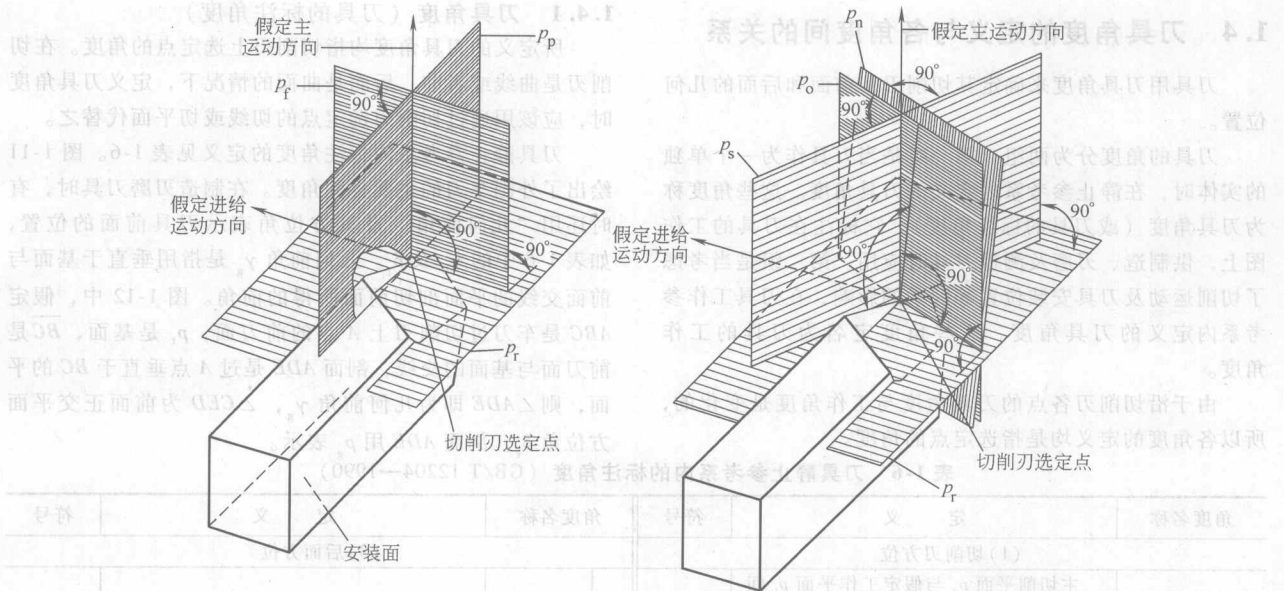


图 1-9 刀具静止参考系的坐标平面

般切削加工中，进给运动速度相对于主运动速度来说是很小的，因此主运动方向与合成切削运动方向很接近。在这种情况下，可以用刀具的静态角度代表其工作角度。但在某些切削情况下，刀具的进给速度较大（例如车螺纹时），这时就必须考虑刀具进给运动的影响。同时，刀具的实际安装位置与假定的安装位置也有时不相同。例如对于车刀，假定安装位置是切削刃选定点正好在机床中心高上，此时切削速度正好垂直于车刀刀体底面。但车刀安装时，切削刃选定点不一定在机床中心高上，这也会影响刀具的角度。为此，必须建立刀具工作参考系，它考虑了合成切削运动和刀具的实际安装位置。它规定刀具进行切削加工时几何参数的参考系。此时，基面已不平行（或垂直）于刀具制造或测量时的定位、安装平面了。

刀具工作参考系的定义见表 1-5 和图 1-10 所示。

表 1-5 刀具工作参考系的坐标平面  
(GB/T 12204—1990)

坐标平面	定义	符号
工作基面	通过切削刃选定点并与合成切削速度方向相垂直的平面	$P_{re}$
工作平面	通过切削刃选定点并同时包含主运动方向和进给运动方向的平面,因而该平面垂直于工作基面	$P_{fe}$
工作背平面	通过切削刃选定点并同时与工作基面和工作平面相垂直的平面	$P_{be}$
工作切削平面	通过切削刃选定点与切削刃相切并垂直于工作基面的平面	$P_{se}$
工作法平面(同义词:法平面)	刀具工作参考系中的法平面与刀具静止参考系中的法平面相同	$P_{ne}$ ( $P_n$ )
工作正交平面	通过切削刃选定点并同时与工作基面和工作切削平面相垂直的平面	$P_{oe}$

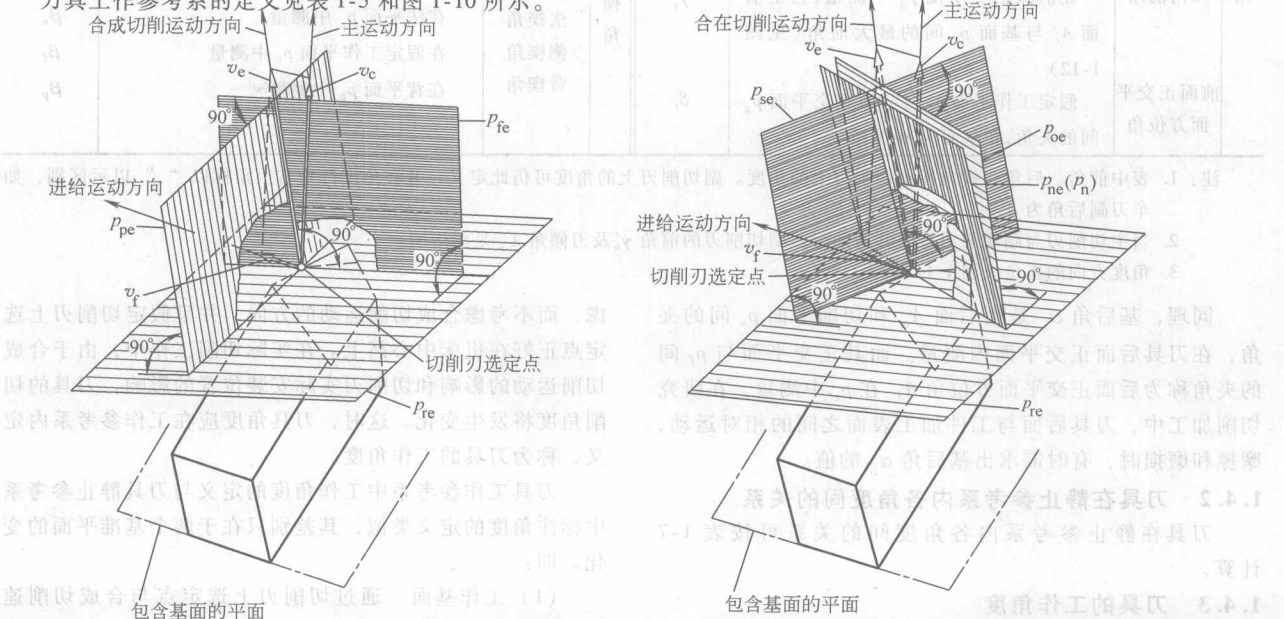


图 1-10 刀具工作参考系的平面



## 1.4 刀具角度的定义与各角度间的关系

刀具用刀具角度来确定其切削刃、前面和后面的几何位置。

刀具的角度分为两组。第一组是当刀具作为一个单独的实体时,在静止参考系内定义的刀具角度。这些角度称为刀具角度(或刀具的标注角度)。它标注在刀具的工作图上,供制造、刃磨及测量刀具时应用。第二组是当考虑了切削运动及刀具安装位置等因素的影响,在刀具工作参考系内定义的刀具角度。这些角度定名为刀具的工作角度。

由于沿切削刃各点的刀具角度与工作角度是变化的,所以各角度的定义均是指选定点的角度。

表 1-6 刀具静止参考系内的标注角度 (GB/T 12204—1990)

角度名称	定义	符号	角度名称	定义	符号	
(1) 切削刃方位			(3) 后面方位			
主偏角	主切削平面 $p_s$ 与假定工作平面 $p_f$ 间的夹角,在基面 $p_r$ 中测量	$\kappa_r$	后角	定义:后面 $A_\alpha$ 与切削平面 $p_s$ 间的夹角		
刃倾角	主切削刃与基面 $p_r$ 间的夹角,在主切削平面 $p_s$ 中测量	$\lambda_s$		后角	在正交平面 $p_o$ 中测量	$\alpha_o$
余偏角	主切削平面 $p_s$ 与背平面 $p_p$ 间的夹角,在基面 $p_r$ 中测量	$\psi_r$		法后角	在法平面 $p_n$ 中测量	$\alpha_n$
副偏角	副切削平面 $p'_s$ 与假定工作平面 $p_f$ 间的夹角,在基面 $p_r$ 中测量	$\kappa'_r$		侧后角	在假定工作平面 $p_f$ 中测量	$\alpha_f$
刀尖角	主切削平面 $p_s$ 与副切削平面 $p'_s$ 间的夹角,在基面中测量	$\varepsilon_r$		背后角	在背平面 $p_p$ 中测量	$\alpha_p$
				基后角	在后面正交平面 $p_b$ 中测量	$\alpha_b$
(2) 前面方位			后面正交平面方位角	$p_f$ 与 $p_b$ 间的夹角,在基面 $p_r$ 中测量	$\theta_r$	
前角	定义:前面 $A_\gamma$ 与基面 $p_r$ 间的夹角		(4) 楔的角度			
	在正交平面 $p_o$ 中测量	$\gamma_o$	楔角	定义:前面 $A_\gamma$ 与后面 $A_\alpha$ 间的夹角		
	在法平面 $p_n$ 中测量	$\gamma_n$		楔角	在正交平面 $p_o$ 中测量	$\beta_o$
	在假定工作平面 $p_f$ 中测量	$\gamma_f$		法楔角	在法平面 $p_n$ 中测量	$\beta_n$
	在背平面 $p_p$ 中测量	$\gamma_p$		侧楔角	在假定工作平面 $p_f$ 中测量	$\beta_f$
	几何前角	在前面正交平面 $p_g$ 中测量,它是前面 $A_\gamma$ 与基面 $p_r$ 间的最大前角(见图 1-12)		$\gamma_g$	背楔角	在背平面 $p_p$ 中测量
前面正交平面方位角	假定工作平面 $p_f$ 与前面正交平面 $p_g$ 间的夹角,在基面 $p_r$ 中测量	$\delta_r$				

注:1.表中前角、后角、楔角指主切削刃上的角度。副切削刃上的角度可仿此定义,并在角度符号右上角标以“'”以示区别,如车刀副后角为  $\alpha'_o$ 。

2.当主切削刃与副切削刃有公共前面时,副切削刃的前角  $\gamma'_o$  及刃倾角  $\lambda'_s$  是派生的。

3.角度方向的正负按图 1-11 所示。

同理,基后角  $\alpha_b$  是指后面  $A_\alpha$  和切削平面  $p_s$  间的夹角,在刀具后面正交平面内测量。而其正交平面与  $p_f$  间的夹角称为后面正交平面方位角  $\theta_r$ ,在  $p_r$  中测量。在研究切削加工中,刀具后面与工件加工表面之间的相对运动,摩擦和磨损时,有时需求出基后角  $\alpha_b$  的值。

### 1.4.2 刀具在静止参考系内各角度间的关系

刀具在静止参考系内各角度间的关系可按表 1-7 计算。

### 1.4.3 刀具的工作角度

刀具在静止参考系内定义的角度只按主动运动方向来考

### 1.4.1 刀具角度(刀具的标注角度)

所定义的刀具角度均指切削刃上选定点的角度。在切削刃是曲线或者前、后面是曲面的情况下,定义刀具角度时,应该用通过切削刃选定点的切线或切平面代替之。

刀具静止参考系内标注角度的定义见表 1-6。图 1-11 绘出了外圆车刀的主要标注角度。在制造刃磨刀具时,有时还用“几何前角”及其方位角表示刀具前面的位置,如表 1-6 中的  $\gamma_g$  及  $\delta_r$ 。几何前角  $\gamma_g$  是指用垂直于基面与前面交线的平面剖切前面所得的前角。图 1-12 中,假定  $ABC$  是车刀过切削刃上  $A$  点的前刀面,  $p_r$  是基面,  $BC$  是前刀面与基面的交线,剖面  $ADE$  是过  $A$  点垂直于  $BC$  的平面,则  $\angle ADE$  即为几何前角  $\gamma_g$ ,  $\angle CED$  为前面正交平面方位角  $\delta_r$ ,剖面  $ADE$  用  $p_g$  表示。

虑,而不考虑合成切削运动的方向,并且假定切削刃上选定点正好在机床中心高上。在实际切削工作中,由于合成切削运动的影响和切削刃实际安装位置的影响,刀具的切削角度将发生变化。这时,刀具角度应在工作参考系内定义,称为刀具的工作角度。

刀具工作参考系中工作角度的定义与刀具静止参考系中标注角度的定义类似,其差别只在于两个基准平面的变化。即:

(1) 工作基面 通过切削刃上选定点与合成切削速度方向相垂直的平面。