



21世纪高等教育“十二五”规划新教材

任务引领、项目驱动型新教材

金属切削 原理与刀具

洪宇 主编



吉林出版集团
吉林科学技术出版社

21 世纪高等教育“十二五”规划新教材

任务引领、项目驱动型新教材


金属切削原理与刀具

主 编 洪 宇

副主编 姚 刚 宋凯炜 佟军民 朱龙山



吉林出版集团

 吉林科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

金属切削原理与刀具 / 洪宇主编. —2版. —长春:
吉林科学技术出版社, 2015. 7

ISBN 978 - 7 - 5384 - 5838 - 1

I. ①金… II. ①洪… III. ①金属切削—理论—高等
职业教育—教材②刀具(金属切削)—高等职业教育—教材
IV. ①TG501②TG71

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 166643 号

金属切削原理与刀具

主 编 洪 宇

出版人 李 梁

责任编辑 米庆红

封面设计 曾秋海

制 版 金博利

开 本 889mm × 1194mm 1/16

字 数 400 千字

印 张 15.75

印 数 8001—18000 册

版 次 2015 年 7 月第 1 版

印 次 2015 年 7 月第 2 次印刷

出 版 吉林科学技术出版社

发 行 吉林科学技术出版社

地 址 长春市人民大街 4646 号

邮 编 130021

发行部电话/传真 010 - 51297578

编辑部电话 0431 - 85636729

网 址 www.jlstp.net

印 刷 北京高岭印刷有限公司

书 号 ISBN 978 - 7 - 5384 - 5838 - 1

定 价 36.00 元

如有印装质量问题可寄出版社调换

版权所有 翻印必究 举报电话:010 - 51297578

目 前 言

随着我国机械工业技术的高速发展,机械行业对机械加工专业性人才的需求迫切。为适应机械工业飞速发展和机械专业技能型紧缺人才培养的需求,吉林科学技术出版社根据教育部“十二五”教材规划,组织编写了机械类教材以适应全国各类高等院校的教学需要。

高等教育的目标是培养高等技术应用性专门人才,其专业培养规格为“双证制”,即:学生一方面应掌握本职业岗位所要求的基础理论知识、专业(技术)理论知识和职业岗位规范所要求的实用知识,获得毕业证书;另一方面应掌握本专业所要求的专业技术和职业岗位所要求的操作技能,获得职业岗位技术等级证书。

《金属切削与刀具》是机械和近机械类专业的一门必修课,教材的实践性与应用性尤为突出,直接用于指导高职高专学生进行技能训练,本书主要内容包括金属切削基础理论、刀具材料、切削规律、切削理论、车刀、钻头、拉刀、铣刀、切齿刀具、螺纹刀具、涂层刀具、砂轮与磨砂、自动化生产刀具等内容,并在每个项目中设计了不同的课题内容,充分体现现代高职高专教材的实用性和可操作性。

为满足当前社会需要并结合大专院校学生实际情况,我们在编写过程中,注重做到理论与实践相结合、应知和应会相结合、传统技术与现代新技术相结合。注重知识体系的实用性,体现先进性,保证科学性,突出实践性,贯穿可操作性,反映了现代机械生产中的新知识、新技术、新工艺和新标准。本教材文字简洁,通俗易懂,以图代文,图文并茂,形象直观,形式生动,培养学生的学习兴趣,提高学习效果。

本书由洪宇担任主编,姚刚、宋凯炜、佟军民、朱龙山担任副主编。项目一、二、十三由宋凯炜编写,项目三、四由佟军民编写,项目五、六、七、八、九由姚刚,朱龙山编写,绪论和项目十、十一、十二、十四由洪宇编写。

由于编者的经历和水平有限,教材内容难以覆盖全国各地的实际情况,希望各教学单位在积极选用和推广本教材的同时,注重总结经验,提出修改意见和建议,以便再版修订时改正。

机械类教材编写委员会
2015年7月

目 录

绪 论	1
项目一 金属切削基础理论	5
任务一 金属切削的基础知识	5
任务二 刀具切削部分的基本定义	8
任务三 刀具的工作角度	14
任务四 切削层参数和切削方式	18
复习思考题	20
项目二 刀具材料	21
任务一 刀具材料应具备的性能和种类	21
任务二 工具钢	23
任务三 硬质合金	25
任务四 陶 瓷	29
任务五 超硬刀具材料	30
任务六 新型刀具材料的发展方向	32
复习思考题	32
项目三 金属切削过程的基本规律	33
任务一 切削变形与切屑形成	33
任务二 切屑类型	36
任务三 积屑瘤	38
任务四 切削力和切削功率	39
任务五 切削热与切削温度	44
任务六 刀具磨损与刀具寿命	47
复习思考题	50
项目四 金属切削基本理论的应用	51
任务一 切屑的控制	51
任务二 改善材料切屑加工性	56
任务三 切屑液的合理选择	60
任务四 改善已加工表面的质量	63
任务五 刀具几何参数的合理选择	66
任务六 切削用量的合理选择	71
任务七 超高速切削简介	73

复习思考题	74
项目五 车 刀	75
任务一 车刀的类型	75
任务二 车刀图示与角度标注方法	76
任务三 焊接车刀	79
任务四 机夹车刀	82
任务五 可转位车刀	83
任务六 成形车刀	86
复习思考题	96
项目六 钻 头	97
任务一 钻削的方法及其特点	97
任务二 麻花钻	105
任务三 深孔钻	111
任务四 钻头结构的改进	115
复习思考题	117
项目七 扩孔钻、铰钻、镗刀、铰刀和复合孔加工刀具	118
任务一 扩孔钻、铰钻和镗刀	118
任务二 铰 刀	122
任务三 复合孔加工刀具	131
复习思考题	134
项目八 拉 刀	135
任务一 拉刀的组成与拉削方式	136
任务二 拉刀的种类与用途	138
任务三 组合式圆拉刀设计	141
任务四 拉刀的合理使用	147
复习思考题	149
项目九 铣 刀	150
任务一 铣刀的种类	150
任务二 铣刀的几何参数	155
任务三 铣削方式	157
任务四 硬质合金面铣刀	158
任务五 尖齿铣刀改进途径	161
任务六 铲齿成形铣刀	163
复习思考题	166
项目十 切齿刀具	167
任务一 切齿刀具的分类	167
任务二 齿轮铣刀	170
任务三 插齿刀	172
任务四 齿轮滚刀	176

任务五 涡轮滚刀与飞刀	188
复习思考题	190
项目十一 螺纹刀具	192
任务一 丝 锥	192
任务二 其他螺纹刀具	201
复习思考题	204
项目十二 涂层刀具	205
任务一 涂层方法	205
任务二 涂层材料、基体材料、涂层方式、涂层厚度和涂层颜色	206
任务三 涂层刀具	209
复习思考题	210
项目十三 磨削与砂轮	211
任务一 砂轮与磨削运动	211
任务二 磨削过程	215
任务三 磨削表面质量	221
任务四 先进磨削方式	224
复习思考题	227
项目十四 自动化生产用刀具	228
任务一 自动化生产用刀具的特殊要求	228
任务二 刀具快速更换、自动更换和尺寸预调	229
第三节 数控刀具工具系统	232
复习思考题	242

绪 论

切削加工是机械制造业中最基本的方法，它是利用刀具切除被加工工件上多余材料的方法。从而使加工尺寸、形状、位置、表面质量等均符合工程要求。可以说金属切削加工精度的高低是一个国家机械制造业水平的标志之一。

虽然由于热加工工艺的不断改进，毛坯的精度日益提高，少、无切屑加工工艺（如精铸、精锻、冷挤等）的出现，在一定范围内部分取代了切削加工。但是，各种机械零件的形状愈来愈多样和复杂，尺寸精度和表面质量有高有低，因此多数机械零件仍需进行切削加工。今天，金属切削加工已形成是一个非常庞大的部门。例如，目前机械制造中所用工作母机有 80%~90% 为金属切削机床；日本、美国近年来每年消耗在切削加工方面的费用分别达到一万亿日元和一千亿美元。

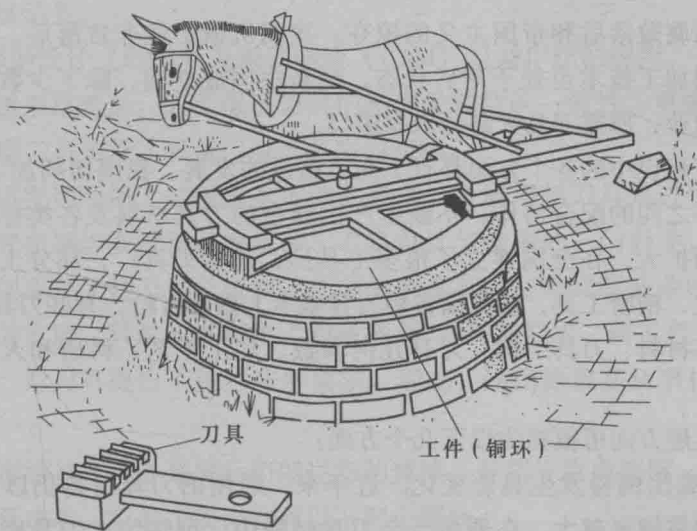


图 0-1 1668 年的畜力铣磨机

“工欲善其事，必先利其器”，“磨刀不误砍柴工”。自古以来人们就很重视工具的设计、制造和使用（见图 0-1、图 0-2）。从近几年机械制造工艺的发展来看，切削加工方法在相当长的历史时期内也仍占有重要的地位。

古代，我国在切削加工方面早有研究并有着光辉的成就。早在商周时代（公元前 1122~公元前 249 年），我国青铜工具的制造已经达到很高的水平。春秋战国时期，我国已能制造铁质工具，而且掌握了表面处理技术。现存最早的春秋中晚期的工程技术著作《考工记》上介绍了木工、金工等三十个专业技术知识，书云“材美工巧”是制造良器的必要条件。明代张自烈所著《正字通》中，总结了前人的经验，对切削过程中“刀”、“刃”、“切”、“挤”的不同作用都作了明确的定义。指出：“刀为体，刃为用，利而后能截物，古谓之芒”。说明我国古代劳动人民对于刀具切削作用原理已有了一些朴素的唯物辩证的认识。从历年来出土的文物和历史资料可以看出，我国在金属切削加工方面有着悠久的历史 and 辉煌的成就。中国古代对切削加工的实践和认识两个方面，都曾达到相当高的水平。

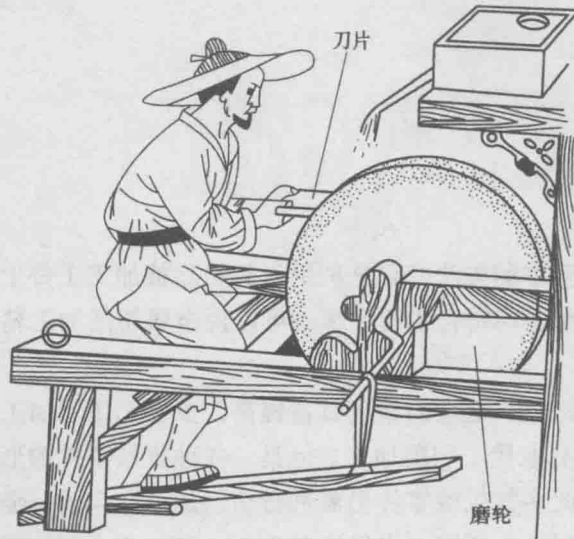


图 0-2 1668 年的脚踏刀磨机

近代, 由于封建制度的腐败落后和帝国主义的掠夺, 我国机械工业非常落后。我国的科学技术的发展受到严重阻碍, 金属切削加工技术也处于落后状态。到新中国成立前, 除了少数机器修配厂外, 根本没有自己的机床、工具制造业, 所需刀具大部分依靠进口。

建国后, 社会主义经济建设中的各个方面都有了突飞猛进的发展。我国切削加工技术得到飞速发展。研究所、大专院校、工厂等之间的配合协作, 不断生产出新型的刀具材料及各类标准的复杂刀具等。随着机械制造工业力量的不断扩大, 在全国建立了很多工具厂、量具刃具厂, 部分工厂也有工具车间, 为机械产品提供了大量的高效、精密工具, 使我国各种刀具基本上做到自给, 有些刀具还能批量出口。

总的来说, 无论在刀具材料、刀具结构、刀具几何参数、加工工艺、科研和人才培养等方面, 我国都取得长足的进步和发展。

切削加工技术未来的发展方向可概括为以下几个方面:

1) 各种材料的刀具构成比例将发生显著变化。近年来, 通用的刀具材料仍以高速钢和硬质合金为主, 但硬质合金刀具的比例将越来越大。在硬质合金刀具结构中, 可转位式刀具所占的比重将有很大增长。可以说, 正是由于出现了可转位刀具技术, 硬质合金刀具才有可能更快地成为广泛应用的通用刀具。硬质合金已成为通用的主要刀具材料, 硬质合金刀具的产值将逐年提高。今后几年涂层硬质合金将迅速发展, 涂层后不仅能提高刀具的寿命, 更重要的是增加了刀具性能的稳定性, 扩大了硬质合金的通用性。涂层刀具的这些优点, 特别适合应用于数控机床。随着难加工材料使用的增多和数控机床数量的增加, 将越来越多地采用超硬材料制造刀具, 例如陶瓷刀具的使用量将增加。陶瓷刀具已逐渐突破精车和半精车铸铁和脆性材料的使用范围, 能以大切量车削耐磨合金铸铁和合金钢的零件, 且日益扩大在铣削中的应用。人造金刚石和立方氮化硼作为刀具材料的使用也日益增多。

2) 随着数控机床应用数量的增加, 适应于自动化加工设备上的刀具将迅速发展。为了适应数控机床的柔性及自动换刀等要求, 尽可能缩短辅助时间, 必须使刀具与机床复合为一个完整体, 从而提出了多功能刀具系统的要求。刀具实际上将由简单的一个零部件发展成为一个整台的“切削装置”。例如, 瑞典 SANDVIK 公司研制出数控车床模块化工具系统 (BTS)。它是将各种不同的刀具切头用专门的连接件固定在统一的刀夹上, 只需要变换刀头部分, 便可广泛进行车、钻及车螺纹等多种加工。加工一个零件可节约换刀时间, 机床的有效利用率相应提高 60%、75%。另外, 德国的 KRUPPWIDIA 公司、HERTEL 公司

等都有数控车床、加工中心中的工具系统的定型产品。我国也正在研制模块式工具系统,以适应自动化加工设备的应用日益增加的趋势。

3) 刀具耐磨涂层技术的研究与应用将有更深入的发展。硬质合金涂层将向着极薄多层涂覆的方向发展。高速钢刀具的涂层技术将有更大发展。PVD 法的涂覆温度在 $300 \sim 500^{\circ}\text{C}$ 之间,适合于高速钢刀具的涂覆。在相同条件下,涂覆 TiN 的麻花钻比蒸气处理的麻花钻寿命要高 $2 \sim 4$ 倍,重磨后还可提高 $1.5 \sim 2$ 倍,同时由于切削力小而能节省机床能耗。

4) 整体、高效率刀具的需求量将越来越大。为了最大限度发挥设备的潜力,应当广泛采用高效率刀具。硬质合金刀具比高速钢刀具具有更高的效率,因此应大力推广应用硬质合金刀具。由于硬质合金刀具的制造技术的发展,特别是金刚石砂轮在硬质合金刀具制造中的广泛应用,硬质合金作为高效率刀具材料不仅在简单刀具上而且在成型复杂刀具上也日益广泛地被采用。在相当多的工业部门中应用了整体硬质合金刀具,例如整体齿轮滚刀、麻花钻、丝锥及铰刀等。由于高速钢刀具整体磨削技术的发展,整体高速钢刀具的种类将迅速增多。将留有余量的高速钢刀具毛坯,先经热处理后直接磨制成刀具成品,不仅可省掉繁多的切削加工工序,还可避免热处理后的变形,是提高刀具精度的有效途径。据报道,采用立方氮化硼砂轮整体磨制麻花钻,不仅提高了钻头制造质量,而且可以提高钻头寿命。我国的很多工具厂已能成批生产全磨制钻头。

5) 由于计算机辅助设计 (CAD) 及辅助制造 (CAM) 日益广泛的应用,采用电子计算机进行刀具辅助设计和工艺管理将越来越普及。为了保证刀具的精度及精度的一致性,更多地采用自动化设备(如加工中心)来制造和刃磨刀具也是工具部门应当解决的问题。

金属切削原理是研究切削加工过程基本规律的科学,金属切削刀具是进行切削加工用的工具。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,是从事各种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。在模具制造业中使用的刀具种类又多又复杂,特别是随着时代的发展、科学的进步和“四新技术”(即新技术、新工艺、新设备、新材料)在模具制造业中广泛的应用,对刀具提出了进一步的要求。因此,这门课程是从事机械制造专业、模具专业人员学习的重要课程之一。

研究金属切削原理的基本任务是揭示切削过程的规律,并用于生产实际,在保证产品质量的前提下,不断提高生产率和降低成本。它的主要内容有以下四个部分:

(1) 基本概念包括切削运动和刀具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。

(2) 金属切削的基本规律研究切屑变形、切削力、切削热及切削温度和刀具磨损的现象、本质及其规律。

(3) 提高金属切削效率的途径掌握切削规律的目的在于应用,以提高金属切削效率。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,优化刀具几何参数和切削用量等。

(4) 典型切削加工的基本规律 金属切削原理首先通过车削来研究金属切削的基本规律及其应用,而后又分别研究了几种典型切削加工方法的特殊规律,即最常用的钻削、铣削和磨削加工的规律。

金属切削刀具的任务是研究刀具的设计、制造和使用的理论与实践;研究和发展各种新型、高效、高精度刀具。

金属的总的切除量在不断增长。随着机器和装备的功率、容量、负载及耐压等指标的提高,机器的零部件尺寸和重量也相应增大,因此从毛坯上切除的金属量也会增加。例如,加工一根 20 万 kW 发电机

的转子轴，净量约 30t，而锻件毛坯为 60~70t，即要切去 30~40t；加工一个模数为 40mm、直径为 12m 的大齿轮，要切除 15t 金属。金属切除量的增加，必然使刀具的需求量增长。

加工对象越来越复杂、多样化。机器的零件多是钢铁制造的，其中合金钢的比重在不断增加，并且随着机器性能的提高，难加工的金属和非金属材料也被广泛使用；另外，机器零件的形状越来越复杂，精度要求也越来越高。切削加工对象的以上变化，要求提供用途广、质量好、数量多的通用刀具，又要求提供高性能、高效率的复杂刀具和精密刀具。

机械加工的效率日益提高。费用较高的数控机床得到了越来越广泛的重视和应用，可省时、提高效率。为使单件加工费用为最小，仅靠昼夜不停地运转提高设备的利用率，并不能有效地提高效率，只会增加刀具费用。切削效率提高的主要方法是提高切削速度。由于硬质合金刀具比高速钢刀具的切削效率高得多，因而国内外的硬质合金的生产比重逐年增加，硬质合金的品种增加，质量也不断改进。

机械加工自动化水平的迅速提高，对刀具提出了更高的要求。近年来，机械加工柔性自动化的发展，使机器脱离了人的束缚，从而更能显著地发挥设备的效率。在这样的条件下，不但要求保证刀具高速切削时的寿命，更需要保证高速切削时的稳定切削性能，并要具有保证可靠的自动换刀、定位、调整、防护、排屑、测量等性能的精确结构。这种现状大大地促进了涂层刀具、超硬材料刀具等结构的改进，发展了能控制刀具使用性能与机床软件相匹配的刀具系统。

随着科学技术的不断发展，其结果必然会导致其他金属加工方法的出现和发展，但切削加工方法在机器制造中所占的地位本质上不会有什么变化。相反，不断应用新的技术成果后，切削加工方法的应用范围也会不断扩大，将出现更多先进刀具，使切削过程进行得又快又好。

项目一 金属切削基础理论

知识目标

1. 了解切削运动、加工表面切削用量、切削时间、切削速度等基本概念。
2. 以车刀为例，掌握刀具的各组成部分，如主、副切削刃，前、后切削面，偏角，刃倾角等。
3. 刀具设计角度、工作角度、安装角度的关系

能力目标

1. 以普通外圆车刀为例，能正确判别各刃、各面、各种角度。
2. 会在砂轮机上手工正确磨制各种刀具角度。

项目描述

金属切削加工是在机床上用金属切削刀具切除工件上多余的金属，从而使工件的形状、位置、尺寸精度及表面质量都符合预定的要求。在金属切削过程中刀具与工件必须有相对的切削运动。金属切削是由金属切削机床来完成的，是刀具切除坯料中多余的金属脱离坯料母体变为切屑而完成工件的加工。金属切削过程中的各种现象和规律，都要根据刀具与工件之间的运动状态来观察和研究。本项目就是研究其现象及运动规律。

任务一 金属切削的基础知识

任务分析

本任务将介绍切削运动、切削用量、材料切除率、切削时间等金属切削运动的基本知识。

相关知识

一、切削加工的基本条件

1. 为了使切削加工过程能够顺利进行，必须具备下述基本条件：

- (1) 刀具和工件间要有形成零件结构要素所需的相对运动。这类相对运动由各种切削机床的传动系统提供。
- (2) 刀具材料的性能能够满足切削加工的需要。刀具在切除工件上多余材料时，工作部分将受到切



削力、切削热、切削摩擦等的共同作用，且切削负荷很重，工作条件恶劣，因此，刀具材料必须具有适应强迫切除多余材料这一特定过程的性能，例如足够的强度和刚度、高温下的耐磨性等。

(3) 刀具必须具有一定的空间几何结构。零件多余材料被刀具从工件上切除的本质，仍然是材料受力变形直至断裂破坏，只是完成这个过程的时间很短，材料变形破坏的速度很快。为了完成这一过程时能够确保加工质量、尽量减少动力消耗和延长刀具寿命，刀具切削部分的几何结构和表面状态必须能适应切削过程的综合要求。

二、切削运动与加工表面

在切削加工形成零件需要表面的全过程中，刀具和工件间的相对运动，按作用的不同分为下列两类：即切削运动和辅助运动。

1. 切削运动

直接完成切除加工余量任务，形成所需零件表面的运动，称为切削运动。包括主运动和进给运动。

(1) 主运动。直接切除工件上的多余材料，使之转变为切屑，从而形成工件新表面的运动。主运动通常只有一个，且速度和消耗功率较大。例如，车床上工件的旋转运动；龙门刨床刨削时，工件的直线往复运动；牛头刨床刨刀的直线往复运动；铣床上的铣刀、钻床上的钻头和磨床上砂轮的旋转等都是切削加工时的主运动，如图 1-1 中的 v 。

(2) 进给运动。将工件上的多余材料不断投入切削区进行切削以逐渐切削出零件所需整个表面的运动。进给运动一般有一个，也可多于一个，且速度和消耗功率较小。例如：车外圆时车刀纵向连续的直线运动，在牛头刨床上刨平面时工件横向间断的直线移动，纵磨外圆时工件的圆周进给运动和轴向直线进给运动等，如图 1-1 中 f 或 v_f 。

无论是主运动还是进给运动，其基本运动形式均是连续的或间歇的直线运动或回转运动，由两者通过不同形式的组合，则可构成多种符合需要的切削运动；主运动和进给运动可由刀具和工件分别完成（如车削和刨削），也可由刀具单独完成（如钻孔），但很少由工件单独完成；主运动和进给运动可以同时进行（如车削、钻削），也可以交替进行（如刨平面、插键槽）；在主运动和进给运动同时进行的切削加工中（如车外圆、钻孔、铣平面等），常在选定点将两者按矢量加法合成，称为合成切削运动。合成运动的速度向量 v_c 等于主运动速度向量 v 与进给运动的速度向量 v_f 之和 [图 1-1 (a)、图 1-1 (g)]，即

$$v_c = v + v_f \quad (1-1)$$

2. 辅助运动

不直接参加切除多余材料，但却是完成零件表面加工全过程必不可少的运动。例如，控制切削刃切入工件表面深度的吃刀运动，重复走刀前的退刀运动，刨刀、插齿刀等回程时的让刀运动等。

3. 工件上的加工表面

切削加工中，随着切削层（加工余量）不断被刀具切除，工件上有 3 个处于变动中的表面，如图 1-1 (a)、图 1-1 (d) 所示。

(1) 待加工表面。工件上行将被切除的表面。

(2) 已加工表面。工件上经刀具切削后产生的新表面。

(3) 过渡表面。工件上由切削刃正在切削着的表面，位于待加工表面和已加工表面之间，也称作加工表面或切削表面。

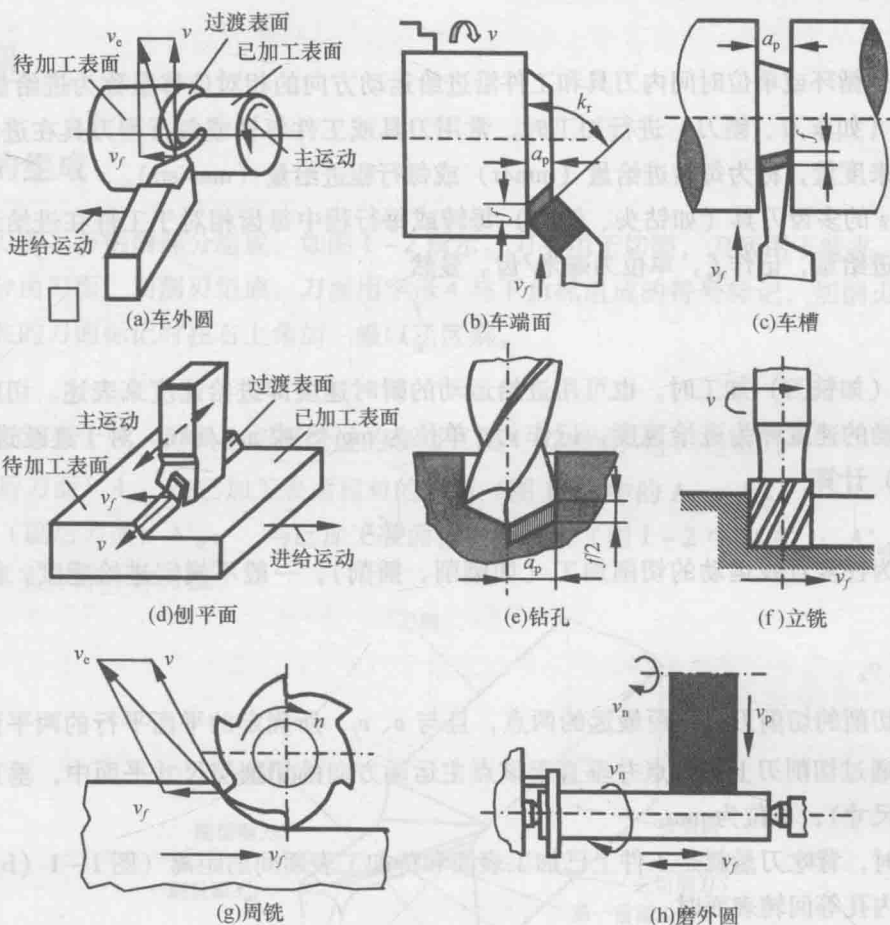


图 1-1 常见的加工方法的加工表面、切削运动、切削用量

v —主运动 v_f —纵向进给运动 v_n —圆周进给运动 v_p —径向进给运动

需指出的是,在切削加工过程中,三个表面始终处于不断的变动之中:前一次走刀的已加工表面,即为后一次走刀的待加工表面;过渡表面则随进给运动的进行不断被刀具切除。

三、切削用量、材料切除率、切削时间

在生产中将切削速度、进给量和背吃刀量统称为切削用量,切削用量用来定量描述主运动、进给运动和投入切削的加工余量厚度。切削用量的选择直接影响材料切除率,进而影响生产效率。有关定义如下。

1. 切削速度 v

切削刃上选定点相对于工件的主运动的瞬时速度称为切削速度,单位为 m/s 或 m/min 。

当主运动为旋转运动时, v 可按式 (1-2) 计算

$$v = \frac{\pi dn}{1000} \quad (1-2)$$

式中: d ——切削刃选定点处刀具或工件的直径 (mm);

n ——主运动转速 (r/min 或 r/s)。

切削刃上各点的切削速度有可能不同,考虑到刀具的磨损和工件的表面加工质量,在计算时应以切削刃上各点中的最大切削速度为准。

2. 进给量 f

主运动的一个循环或单位时间内刀具和工件沿进给运动方向的相对位移量称为进给量。如图 1-1 所示,用单齿刀具(如车刀、刨刀)进行加工时,常用刀具或工件每转或每行程刀具在进给运动方向上相对工件的位移量来度量,称为每转进给量 (mm/r) 或每行程进给量 (mm/str)。

对于齿数为 z 的多齿刀具(如钻头、铣刀)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,称为每齿进给量,记作 f_z ,单位为毫米/齿。显然

$$f_z = \frac{f}{z} \quad (1-3)$$

用多齿刀具(如铣刀)加工时,也可用进给运动的瞬时速度即进给速度来表述。切削刃上选定点相对工件的进给运动的速度称为进给速度,记作 v_f ,单位为 mm/s 或 mm/min。对于连续进给的切削加工, v_f 可按式(1-4)计算

$$v_f = nf = nf_z z \quad (1-4)$$

对于主运动为往复直线运动的切削加工(如刨削、插削),一般不规定进给速度,但规定每行程进给量。

3. 背吃刀量 a_p

过实际参加切削的切削刃上相距最远的两点,且与 v 、 v_f ,所确定的平面平行的两平面间的距离称为背吃刀量(或在通过切削刃上选定点并垂直于该点主运动方向的切削层尺寸平面中,垂直于进给运动方向测量的切削层尺寸),单位为 mm。

车削和刨削时,背吃刀量就是工件上已加工表面和待加工表面间的距离(图 1-1 (b)、(c)、(e))。车削外圆、内孔等回转表面时

$$a_p = \frac{|d_w - d_m|}{2} \quad (1-5)$$

式中: d_w ——工件待加工表面直径 (mm);

d_m ——工件已加工表面直径 (mm)。

4. 材料切除率 Q

在切削过程中,单位时间内切除材料的体积称为材料切除率,单位为 mm^3/s 。由式(1-6)计算:

$$Q_z = 1000v_f a_p \quad (1-6)$$

材料切除率是衡量切削效率的重要指标,切削用量的大小对其有直接影响。

任务二 刀具切削部分的基本定义

任务分析

金属切削刀具种类繁多,但切削部分的几何形状和参数都有着共性,无论刀具结构如何复杂,其基本形态都近似于外圆车刀的切削部分。国际标准化组织 (ISO) 在确定金属切削部分几何形状的一般术语时,就是以车刀为基础的。本任务将以车刀为例介绍刀具切削部分的基本定义。

相关知识

一、刀具的组成

普通车刀由刀头、刀柄两部分组成,如图 1-2 所示。刀头用于切削,刀柄用于装夹。

刀具切削部分由刀面、切削刃组成。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_r : 刀具上切屑流过的表面(图 1-2 中的 A_{r1} 、 A_{r2} 啦)。

(2) 后面(后刀面) A_α : 与已加工表面相对的表面(图 1-2 中的 $A_{\alpha1}$ 、 $A_{\alpha2}$)。

(3) 副后面(副后刀面) A'_α : 与已加工表面相对的表面(图 1-2 中的 $A'_{\alpha1}$ 、 $A'_{\alpha2}$)。前面与后面之间所包含的刀实体部分称刀楔。

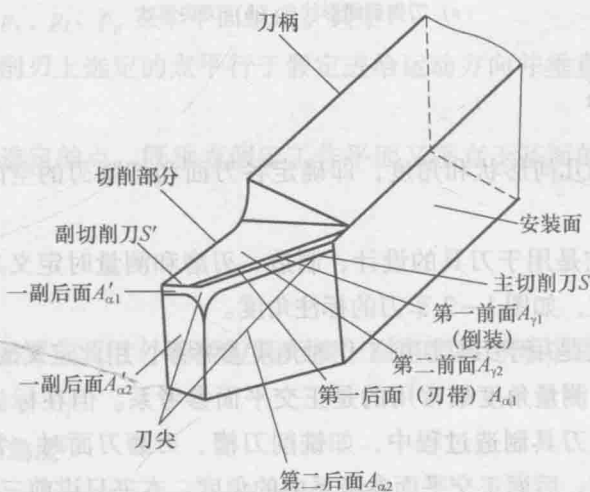


图 1-2 车刀组成图

2. 切削刃

(1) 主切削刃 S: 前、后面汇交的边缘(图 1-2 中的 S)。

(2) 副切削刃 S': 切削刃上除主切削刃以外的切削刃(图 1-2 中的 S')。

3. 刀尖

主、副切削刃汇交的一小段切削刃称刀尖。由于切削刃不可能刃磨得很锋利,总有一些刃口圆弧,如图 1-3 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 0.01~0.02mm,硬质合金刀具 r_n 约为 0.02~0.04mm。

为了提高刃口强度以满足不同加工要求,可在前、后面上磨出倒棱面 A_{r1} 、 $A_{\alpha1}$,如图 1-3 所示。 b_{r1} 是第一前面 A_{r1} 的倒棱宽度; $b_{\alpha1}$ 是第一后面 $A_{\alpha1}$ 的刃带宽度。

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 1-3 所示。刀尖参数有:刀尖圆弧半径 r_s 在基面上测量的倒圆刀尖的公称半径;刀尖倒角长度 b_s ;刀尖倒角偏角 k_{rs} 。

不同类型的刀具,其刀面、切削刃数量均不相同。但组成刀具的最基本单元是两面一刀即两个刀面相交形成一个切削刃。任何复杂的刀具都可将其分为一个个基本单元进行分析。

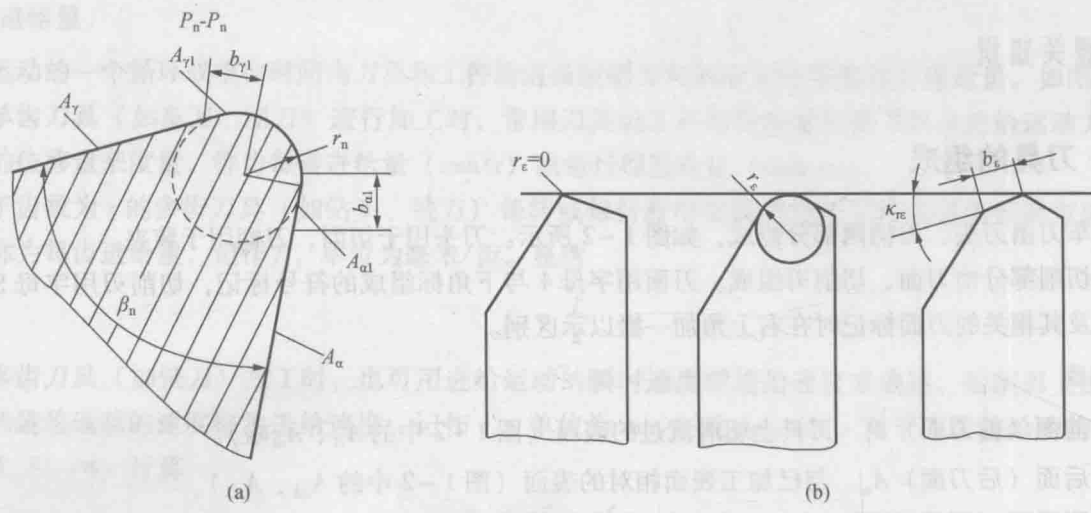


图 1-3 刀楔、刀尖形状参数
(a) 刀楔剖面形状 (b) 刀尖形状

二、刀具角度参考系

为了确定刀具切削部分的几何形状和角度，即确定各刀面和切削刃的空间位置，必须建立一个空间坐标参考系。参考系有两类：

(1) 刀具静止参考系 它是用于刀具的设计、制造、刃磨和测量时定义几何角度的参考系，用此定义的刀具角度称刀具标注角度，如图 1-2 车刀的标注角度。

(2) 刀具工作参考系 它是用于刀具切削工作时角度参考系，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。本书只讲前三种，如图 1-4 所示。

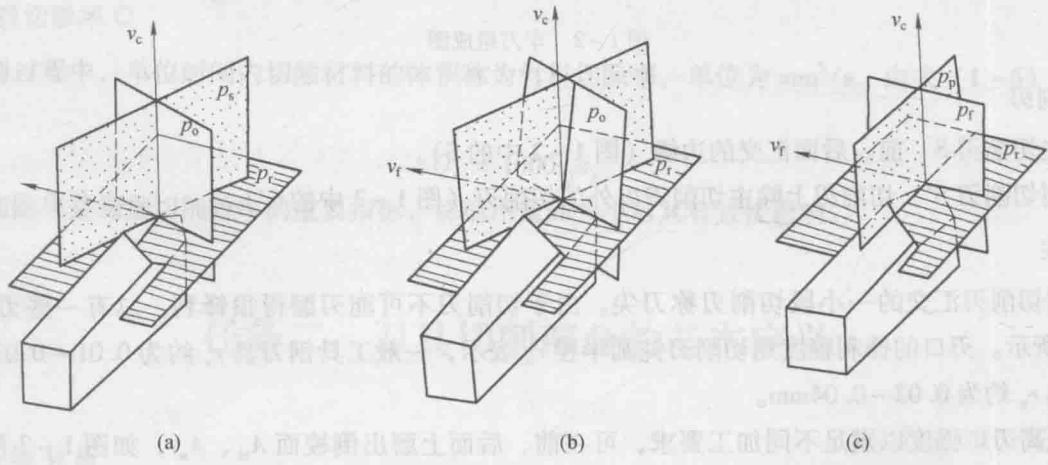


图 1-4 车刀静止参考系
(a) 正交平面参考系 (b) 法平面参考系 (c) 假定工作平面和背平面参考系

1. 正交平面参考系

正交平面参考系由以下三个平面组成：