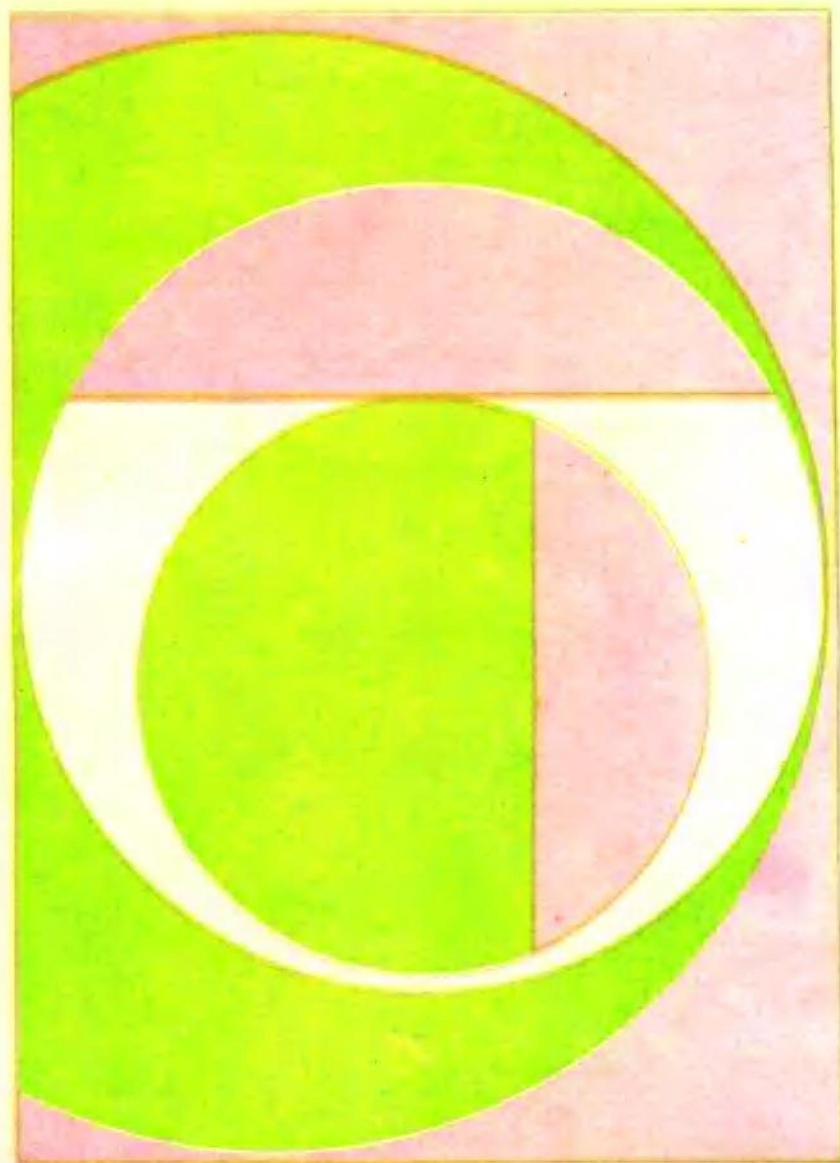


高等工科院校系列教材

金属切削原理及刀具

吴道全 万光珉 林树兴 吴能章 主编



重庆大学出版社

内 容 提 要

本书是根据西部地区地方工科院校制定的机械制造工艺及设备专业专科教学计划(学制三年)并参照全国高等工业学校机制专业教学指导委员会提出的《金属切削原理及刀具》课程的基本要求,结合专科教育的特点编写而成的。

全书分两大部分,第一部分为金属切削原理,包括基本概念、刀具材料、金属切削过程及其基本规律、切削条件的合理选择及磨削加工等内容。第二部分为刀具,介绍各种刀具的类型和用途、专用刀具的设计原理及设计方法等。本书的特点是,书中名词、术语及定义一律采用新的国家标准(如 GB/T 12204—90 等);概念清晰,对基本理论及刀具设计原理阐述透彻,以掌握概念、强化应用为重点,重视学生的能力培养;反映新技术、新成就,内容少而精,各章后都附有复习思考题,便于自学。

本书可作为大学专科及成人高校的专业教材,也可供普通高校、中专等机制专业师生及有关工程技术人员参考。

金属切削原理及刀具

吴道全 万光珉 林树兴 吴能章 主编

责任编辑 梁涛

*

重庆大学出版社出版发行

新华书店经销

重庆通信学院印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:16.25 字数:405 千

1994 年 11 月第 1 版 1997 年 8 月第 4 次印刷

印数:15001—19000

ISBN 7-5624-0853-X /TG·26 定价:16.00 元

序

近年来我国高等专科教育发展很快,各校招收专科生的人数呈逐年上升趋势,但是专科教材颇为匮乏,专科教材建设工作进展迟缓,在一定程度上制约了专科教育的发展。在重庆大学出版社的倡议下,中国西部地区 14 所院校(云南工学院、贵州工学院、宁夏工学院、新疆工学院、陕西工学院、广西大学、广西工学院、兰州工业高等专科学校、昆明工学院、攀枝花大学、四川工业学院、四川轻化工学院、渝州大学、重庆大学)联合起来,编写、出版机类和电类专科教材,开创了一条出版系列教材的新路。这是一项有远见的战略决策,得到国家教委的肯定与支持。

质量是这套教材的生命。围绕提高系列教材质量,采取了一系列重要举措:

第一,组织数十名教学专家反复研究机类、电类三年制专科的培养目标和教学计划,根据高等工程专科教育的培养目标——培养技术应用型人才,确定了专科学生应该具备的知识和能力结构,据此制订了教学计划,提出了 50 门课程的编写书目。

第二,通过主编会议审定了 50 门课程的编写大纲,不过分强调每门课程自身的系统性和完整性,从系列教材的整体优化原则出发,理顺了各门课程之间的关系,既保证了各门课程的基本内容,又避免了重复和交叉。

第三,规定了编写系列专科教材应该遵循的原则:

1. 教材应与专科学生的知识、能力结构相适应,不要不切实际地拔高;
2. 基础理论课的教学应以“必须、够用”为度,所谓“必须”是指专科人才培养规格之所需,所谓“够用”是指满足后续课程之需要。
3. 根据专科的人才培养规格和人才的主要去向,确定专业课教材的内容,加强针对性和实用性;
4. 减少不必要的数理论证和数学推导;
5. 注意培养学生解决实际问题的能力,强化学生的工程意识;
6. 教材中应配备习题、复习思考题、实验指示书等,以方便组织教学;
7. 教材应做到概念准确,数据正确,文字叙述简明扼要,文、图配合适当。

第四,由出版社聘请学术水平高、教学经验丰富、责任心强的专家担任主审,严格把住每门教材的学术质量关。

出版系列专科教材堪称一项“浩大的工程”。经过一年多的艰苦努力,系列专科教材陆续面市了。它汇集了中国西部地区 14 所院校专科教育的办学经验,是西

部地区广大教师长期教学经验的结晶。

纵观这套教材,具有如下的特色:它符合我国国情,符合专科教育的教学基本要求和教学规律;正确处理了与本科教材、中专教材的分工,具有很强的实用性;与出版单科教材不同,有计划地成套推出,实现了整体优化。

这套教材立足于我国西部地区,面向全国市场,它的出版必将对繁荣我国的专科教育发挥积极的作用。这套教材可以作为大学专科及成人高校的教材,也可作为大学本科非机类或非电类专业的教材,亦可供有关工程技术人员参考。因此我不揣冒昧向广大读者推荐这套系列教材,并希望通过教学实践后逐版修订,使之日臻完善。

吴云鹏

1993年
仲夏

前 言

《金属切削原理及刀具》教材是我国西部地区地方工科院校联合编写的专科系列教材之一。适用于高等工业专科学校机类专业。

本教材按照专科教学计划的要求编写,具有较强的针对性和实用性。力求做到概念明确、强化应用和培养技能,使学生通过对本书的学习,掌握必需的专业理论知识和基本技能。本书的特色在于基础理论以“必需、够用”为度,注意理论联系实际,附有实用图表,每章都配有复习思考题,供读者学习时掌握与巩固该章内容,文字简练,便于自学。此外本书严格贯彻迄今为止的各种最新标准,特别是 GB/T 12204—90 等,书中还编入了国内外金属切削原理和刀具方面的研究成果。

本书编者及分工如下:绪论及第六、七、八章由贵州工学院吴道全编写;第一章由广西工学院梁道源编写;第二、九章由渝州大学林树兴编写;第三章由昆明工学院万光珉编写;第四章由兰州工业高等专科学校杨济时编写;第五章由攀枝花大学张彦博编写;第十、十一章由云南工学院陈铭新编写;第十二、十三章由四川工业学院吴能章编写。

全书由吴道全、万光珉、林树兴、吴能章主编和统稿,并由重庆大学肖诗纲、陈远志主审。

书中打有*号的章节,各校可根据具体情况酌情讲授。

本书可作为大学专科、职业大学、电视大学、职工大学、函授及自学用教材,并可供中等专业学校师生、工厂工程技术人员参考。

在本书出版之际,编者怀着崇敬的心情感谢各参编单位院校领导及重庆大学出版社的支持。昆明工学院张敏同志为本书描绘全部插图,贵州工学院研究生石琳、渝州大学陈建红同志为本书的出版作了不少工作,这里一并表示感谢!

由于编者水平有限,书中缺点错误在所难免,敬请读者批评指正。

编者

1993年7月

目 录

绪论	1
第一章 基本概念及定义	3
§ 1-1 切削运动与切削用量	3
§ 1-2 刀具切削部分的要素	5
§ 1-3 刀具的静态角度	6
* § 1-4 刀具角度的换算	9
§ 1-5 刀具的工作角度	12
§ 1-6 切削层参数、材料切除率及切削方式	15
复习思考题	17
第二章 刀具材料	18
§ 2-1 刀具材料的种类及性能要求	18
§ 2-2 高速钢	19
§ 2-3 硬质合金	21
§ 2-4 涂层刀具材料	24
§ 2-5 其它刀具材料	25
复习思考题	27
第三章 金属切削过程及其基本规律	28
§ 3-1 概述	28
§ 3-2 第一变形区的变形	29
§ 3-3 切削变形	31
§ 3-4 第二变形区的变形	32
§ 3-5 第三变形区的变形	38
* § 3-6 位错理论在金属切削中的应用	45
§ 3-7 切削力及切削功率	46
§ 3-8 切削热及切削温度	59
§ 3-9 刀具的磨损和磨钝标准	64
复习思考题	70
第四章 切削条件的合理选择	71
§ 4-1 工件材料的切削加工性	71
§ 4-2 切削液	74
§ 4-3 刀具合理几何参数的选择	76
§ 4-4 切削用量的合理选择	86

* § 4-5 切削参数的优化方法与切削数据库简介	95
复习思考题	97
第五章 磨削	98
§ 5-1 砂轮	98
§ 5-2 磨削运动和磨削要素	102
§ 5-3 磨削过程	106
§ 5-4 磨削力和磨削功率	108
§ 5-5 砂轮的磨损和修整	109
§ 5-6 磨削表面质量	111
§ 5-7 高效磨削方法简介	112
复习思考题	113
第六章 可转位车刀	114
§ 6-1 可转位车刀的特点	114
§ 6-2 可转位刀片的选择	115
§ 6-3 可转位车刀刀片的夹紧机构	118
§ 6-4 可转位车刀角度的形成方法	119
* § 6-5 沿刀片刀尖角不对称线斜置安装时,刀槽角度的计算	120
复习思考题	123
第七章 成形车刀	124
§ 7-1 成形车刀的种类、用途和装夹	124
§ 7-2 径向成形车刀的前角和后角	126
§ 7-3 径向成形车刀的刃形设计	130
§ 7-4 径向成形车刀的加工误差	132
* § 7-5 成形车刀的结构尺寸及样板	133
复习思考题	134
第八章 孔加工刀具	135
§ 8-1 孔加工刀具的种类及用途	135
§ 8-2 麻花钻头	137
§ 8-3 深孔钻	146
§ 8-4 铰刀	148
* § 8-5 孔加工复合刀具	151
复习思考题	154
第九章 铣刀	155
§ 9-1 铣刀的种类及用途	155
§ 9-2 铣削参数	156
§ 9-3 铣削力、铣削方式	160
§ 9-4 硬质合金可转位面铣刀	162
§ 9-5 几种新型铣刀简介	164
§ 9-6 铲齿成形铣刀	165

复习思考题.....	169
第十章 拉刀	170
§ 10-1 拉削特点及拉刀的种类.....	170
§ 10-2 拉刀的结构.....	171
§ 10-3 拉削方式.....	172
§ 10-4 组合式圆拉刀设计.....	173
* § 10-5 花键拉刀的设计特点.....	183
复习思考题.....	184
*第十一章 螺纹刀具	185
§ 11-1 螺纹刀具的种类及用途.....	185
§ 11-2 丝锥.....	188
复习思考题.....	190
第十二章 齿轮刀具	191
§ 12-1 齿轮刀具的基本理论.....	191
§ 12-2 齿轮刀具的种类及加工原理.....	194
§ 12-3 齿轮滚刀.....	197
§ 12-4 蜗轮滚刀设计.....	201
§ 12-5 插齿刀.....	215
复习思考题.....	222
第十三章 自动线刀具和数控机床刀具	224
§ 13-1 自动线刀具.....	224
§ 13-2 数控机床刀具.....	228
复习思考题.....	233
附录 I 金属切削主要基本术语新、旧对照表	234
附录 I 本书常用名词、术语和符号	235
主要参考资料	240

绪 论

一、金属切削加工在机械制造业中的地位和作用

机械制造技术是一门与国民经济各部门联系最广泛、最密切的实用科学技术。从日用的机电产品、各种工业机械到尖端技术的人造卫星、火箭及航天飞机等都是通过机械制造部门来完成的。机械制造技术的发展牵动着国民经济各个部门的发展,因此一个国家机械制造业的水平就集中地代表了这个国家工业化的水平。

随着国民经济高速发展的需要及国际市场竞争日益加剧,极大地促进了机械制造科学技术的发展,现代机械制造业的主要任务是:提高生产效率、提高产品质量和降低成本。而不断开发新的加工方法(包括工艺及装备),提高加工精度,实现生产过程的自动化和柔性化是完成上述任务的重要途径。

从毛坯上切去多余的金属,得到符合预定要求的零件的金属切削加工方法,在机械制造业中占有十分重要的地位。当前切削加工量(含磨削加工)占机械加工总量的95%以上,近年来随着精密铸造、精密锻造和特种加工技术的发展,将代替部分切削加工。但是,工件的最后成形和精加工,仍然依靠切削和磨削加工。预计公元2000年以后,切削加工量仍将占机械加工总量的90%左右。因此研究切削加工技术,提高切削加工的效率和质量,降低加工成本,对机械制造业的发展仍具有十分重要的意义。

不断采用新技术和新的加工方法是机械制造业发展的基础。这里需要特别指出的是,刀具材料(含磨料)的发展,新刀具材料、新型刀具结构及新的磨削加工方法的应用,对切削加工技术的进步起着决定性的作用。它不仅能够大幅度地提高生产效率、降低成本和提高加工质量,而且能促进工艺和工艺装备的更新和发展。为解决高温合金、超硬材料及复合材料等各种新型材料的加工问题,除不断完善和改进传统的切削加工方法外,又出现了许多新的加工方法,如加热切削、超低温切削、超声加工、电化学加工、电火花加工、等离子束加工及激光加工等。新技术的采用显著地提高了加工质量、提高了生产效率和降低成本,开创了机械制造技术的新水平。因此世界各国都十分重视开发和应用新技术。

提高加工精度是机械制造业发展的核心和关键。市场竞争的核心是产品质量,而产品质量的好坏决定于加工精度。提高加工精度不但可以提高零件和整机的工作寿命和可靠性,而且有利于装配工作的自动化。因此许多国家都把提高加工精度,发展精密加工和超精加工技术作为一个重要的战略措施来抓。

当前用微电子技术和计算机技术改造机械制造业,实现生产过程的自动化和柔性化是机械制造业发展的必由之路。事实表明,采用这些先进的制造技术,可以有效而综合地提高生产效率、提高加工质量和降低成本。CAD/CAM、CAPP、FMS及CIMS等高新技术的应用,对切削理论和切削加工技术的研究提出了更高的要求,同时切削理论和切削加工技术的发展又是应用这些高新技术的基础。显而易见,没有对切屑形成机理、刀具磨损机理和刀具稳定性等切削加工理论从宏观定性进入到微观定量的分析研究、从静态到动态的研究;没有对切削加

工过程中各物理参数从单因素研究进入到多项因素的综合研究以及各种在线监测技术、切削优化、切削数据库及刀具管理系统等技术的发展和应用,要实现高新技术在机械制造工业中的应用也是不可能的。

二、本课程的主要内容和学习要求

《金属切削原理与刀具》课程是研究金属切削过程的基本规律及刀具设计与使用的一门学科,它是机械制造工艺与设备专业的一门重要课程。

金属切削原理部分研究金属切削加工的基本规律并应用这些基本规律指导生产实践,以保证零件的加工质量、提高加工效率及降低成本。金属切削加工方法很多,有车、钻、刨、铣、磨……等,虽然各种加工方法都有自己的特殊加工规律,但是由于各种加工方法之间有着许多内在的联系,因此,它们之间除了有着自己的特殊规律外,还有许多共同的规律。这是因为,首先,各种切削加工方法的切削过程,都是金属层在刀具的楔部作用下的变形过程;此外,各种切削加工方法都是车削加工方法的演变或派生。因此金属切削原理主要介绍切削加工的共同规律部分,而对于切削加工的特殊规律部分只举一二种加工方法(车削和磨削)为例,进行介绍。通过举一反三,以达到进一步学习和掌握其它加工方法的目的。

金属切削原理不仅是本门课程的基础,同时还是为学习后续的其它专业课程如《金属切削机床》、《机械制造工艺学》及《机械加工过程自动化》等课程提供必须的基础知识。

金属切削刀具部分研究如何根据工件的加工工艺要求,正确地设计和使用金属切削刀具,以保证工件所要求的尺寸、形状、精度及表面质量,并且加工效率高,使用的经济效果好。同时要求刀具本身结构合理,强度和刚度好,耐用度高,工艺性好,制造成本低。金属切削刀具的种类很多,有车刀、钻头、铣刀、铰刀、镗刀、拉刀、螺纹刀具及齿轮刀具等。但是大多数刀具都已经标准化,并由专业工具制造厂按照国标或部标进行统一生产。只有少数刀具如成形车刀、铣刀、拉刀及蜗轮滚刀等,需要根据工件的加工要求进行专门的设计和制造。因此对于标准刀具只着重介绍刀具的工作原理、结构特点及刀具的正确使用,一般不过多涉及刀具设计方面的问题。对于非标准刀具,则必须掌握刀具设计原理及计算方法,合理选择设计参数,正确设计刀具的结构,对刀具的设计和正确使用都要有全面的了解。

通过对本课程的讲授、实验、作业和设计等环节,学生应达到下述基本要求:

1)认识金属切削(磨削)过程的一般现象,深入掌握切削变形、切削力及刀具磨损等基本规律。能按具体加工条件选择合理的刀具材料、刀具角度及切削用量,计算切削力及切削功率。并能初步应用所学的知识分析和解决生产中出现的有关问题。

2)初步掌握切削原理实验方法和技能,学会使用有关仪器及实验数据的处理方法。

3)对标准刀具应了解其工作原理、结构特点及使用范围、并能正确的选用。

4)对于非标准刀具应初步掌握其设计计算方法。

5)应了解本门学科的发展动向。

第一章 基本概念及定义

本章参照国家标准(GB/T12204—90)的规定,叙述关于切削加工的基本术语及定义。这些基本概念是学习本门课程的基础,为学习后续各章及专业课程作准备,因此对这些基本概念应牢固掌握。金属切削加工方法很多,有车削、刨削、钻削、铣削……等。而车削具有典型性,故本章以车削为例来介绍这些基本术语及定义,但也适用于其它金属切削加工方法。

§ 1-1 切削运动与切削用量

一、切削运动

为了切除工件上多余的金属,以获得形状、尺寸精度和表面质量都符合要求的工件,除必须使用切削刀具外,且刀具与工件之间还必须作相对运动——切削运动。根据这些运动对切削加工过程所起的作用不同,可分为主运动和进给运动。

1. 主运动

主运动是切除工件上多余金属、形成工件新表面所必不可少的基本运动。它是由机床或人力提供的主要运动,主运动的特征是速度最高、消耗功率最多。切削加工中只有一个主运动,它可由工件完成,也可以由刀具完成。车削时工件的旋转(图 1-1)、钻削和铣削时,钻头和铣刀的回转以及刨削时刨刀的往复直线运动(图 1-2)等都是主运动。

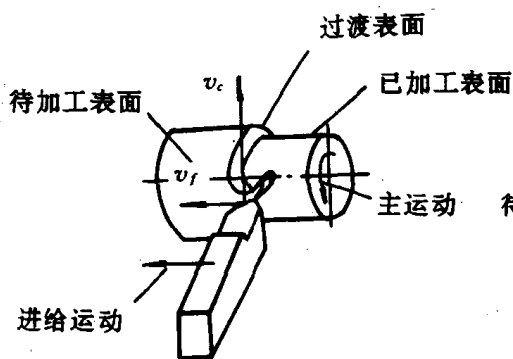


图 1-1 外圆车削的切削运动与加工表面

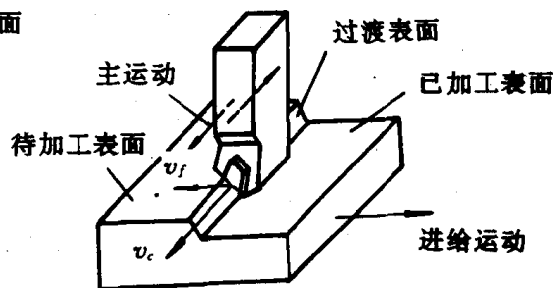


图 1-2 平面刨削的切削运动与加工表面

由于切削刃上各点的主运动的大小和方向都不一定相同,为了便于分析问题,通常选取合适的点来分析其运动,此点称为选定点。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,其大小和方向可用矢量 v_c 表示。

2. 进给运动

进给运动是把切削层间断或连续投入切削的一种附加运动。加上主运动即可不断地或连续地切除切屑,获得所需几何特性的已加工表面。进给运动的速度小,消耗的功率少。进给运动可以是连续的(如图 1-1 的车削加工),也可以是步进的(如图 1-2 的刨削加工);可以是旋转

运动,也可以是直线运动。在有些切削加工方法中进给运动不只一个,可以有几个(如磨削加工)。

切削刃上选定点相对于工件的进给运动的瞬时速度,称为进给速度,其大小和方向用矢量 v_f 表示。

二、合成切削运动

当主运动和进给运动同时进行时(如车削、铣削等),刀具切削刃上选定点与工件间的相对切削运动,是主运动和进给运动的合成运动,称为合成切削运动。合成切削运动的瞬时速度其大小和方向用矢量 v_s 表示(如图 1-3 所示)。从图 1-3 可知

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

显然,刀刃上各点的合成切削速度是不相等的。

切削速度 v_c 和进给速度 v_f 所在的平面称为工作平面,以 p_{fc} 表示。在工作平面内,同一瞬时主运动方向与合成切削运动方向之间的夹角称为合成切削速度角,以 η 表示。

三、工件上的加工表面

在切削加工过程中,工件上的金属层不断地被刀具切除而变成切屑,同时在工件上形成新表面。在新表面的形成过程中,工件上有三个不断变化着的表面(见图 1-1 或图 1-2):

待加工表面:工件上有待切除金属层的表面;

已加工表面:工件上经刀具切除金属层后产生的新表面;

过渡表面:主切削刀正在切削着的表面。它是待加工表面和已加工表面之间的过渡表面。

四、切削用量三要素

通常把切削速度 v_c 、进给量 f 和背吃刀量 a_{sp} (或 a_p) 称为切削用量三要素。

1. 切削速度 v_c

当主运动是旋转运动时,切削速度应以刀具或工件上最大的切削速度来计算

$$v_c = \frac{\pi d n}{1000} \quad (\text{m/min}) \quad (1-2)$$

式中 d ——工件(或刀具)的最大直径(mm);

n ——工件(或刀具)的转速(r/min)。

2. 进给量 f

它是刀具在进给运动方向相对于工件的位移量。可用刀具或工件每转或每行程的位移量来表示。当主运动是旋转运动时, f 的单位为 mm/r;当主运动是往复直线运动时,则 f 的单位为 mm/st。

对于多齿刀具如钻头、铣刀等,还有每齿进给量 f_z 。它是刀具每转时每个刀齿相对于工件

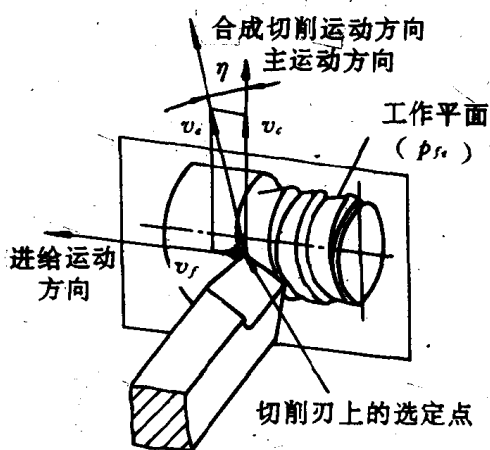


图 1-3 车刀相对于工件的运动

在进给运动方向的位移量,单位为 mm/Z(Z——刀具的齿数)。 v_f 、 f 及 f_z 三者之间有如下关系

$$v_f = n \cdot f = f_z \cdot z \cdot n \quad (\text{mm/min}) \quad (1-3)$$

3. 背吃刀量 $a_{p\phi}$ (或 a_p)

它是主切削刃与工件过渡表面的瞬时接触长度(又称作用切削刃)在垂直于基点工作平面的方向上测量的大小,单位为 mm。所谓基点就是作用切削刃上的中点,它将作用切削刃分成相等的两段。对于车削及钻削而言, $a_{p\phi}$ 是已加工表面和待加工表面之间的垂直距离。

对于外圆车削

$$a_{p\phi} = \frac{d_w - d_m}{2} \quad (\text{mm}) \quad (1-4)$$

钻孔

$$a_{p\phi} = \frac{d_m}{2} \quad (\text{mm}) \quad (1-5)$$

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)。

§ 1-2 刀具切削部分的要素

金属切削刀具的种类繁多,形状各异。但就其切削部分而言,都可视为外圆车刀切削部分的演变。因此可以以外圆车刀的切削部分为例来介绍刀具工作部分的一般术语,这些术语也适用于其它金属切削刀具。

刀具切削部分的要素如图 1-4 所示,其定义和说明如下:

前面(A_f):前面是刀具上切屑流经的表面。如果前面是由几个相互倾斜的表面组成的,则可从切削刃开始,依次把它们称为第一前面(A_{f1})、第二前面(A_{f2})等。

主后面(A_s):它是和工件上过

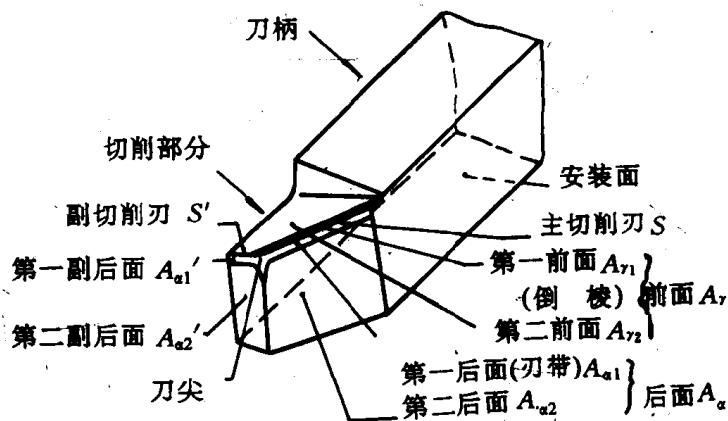


图 1-4 车刀切削部分上的切削刃和表面

表面相对应的刀面。同样,也可以分为第一后面(A_{a1})、第二后面(A_{a2})等。

副后面(A_r):它是和工件上的已加工表面相对应的刀面。同样,也可以分为第一副后面(A_{r1})、第二副后面(A_{r2})等。

主切削刃(S):它是前面与主后面的交线。在切削加工过程中,它承担主要的切削任务,切去大量的金属材料并形成工件上的过渡表面。

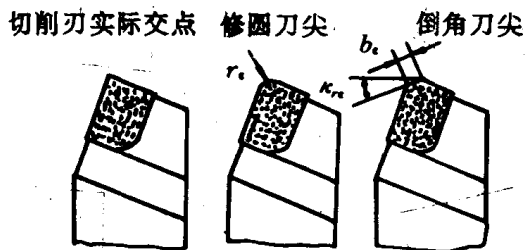


图 1-5 刀尖形状

副切削刃(S'):它是前面与副后面的交线。它参与部分的切削工件并影响已加工表面粗糙度的大小。

刀尖:它是主、副切削刃的连接部位。刀尖可以是主、副切削刃的交点,但大多数刀具在刀尖处磨成一小段直线刃或圆弧刃(图 1-5),前者称为倒角刀尖,后者称为修圆刀尖。

§ 1-3 刀具的静态角度

一、刀具的静止参考系

为了测量刀具切削部分各刀刃、各刀面的空间位置,首先必须建立用以度量各刀刃、刀面空间位置的参考系;刀具参考系的建立必须与切削运动相联系,使度量出的刀具角度能反应它对切削过程的影响。此外,为了便于测量刀具角度,应使组成参考系的参考平面平行或垂直刀具上的安装或测量基准面或基准线。

1. 宽刃刨刀的静止参考系

先以最简单的宽刃刨刀为例,来介绍如何根据上述要求来建立静止参考系。

宽刃刨刀其刀刃为直线,刀刃长度大于工件宽度,前面(A_r)及后面(A_s)均为平面,如图 1-6a 所示。刨削时没有进给运动,只有一个切削运动。由于刀具结构及切削过程简单,便于建立静止参考系。

为了确定刨刀切削部分各刀面的空间位置,可取过刀刃而又平行于切削速度方向并切于工件表面的平面作为第一个参考平面,称为切削平面(p_c)(图 1-6b)。垂直于刀刃取 p_o-p_o 截面,在此截面内以 p_r 为基准,用 α_o 角便可确定后面(A_s)的空间位置,用 δ_o 角便可确定前面(A_r)的空间位置。而且 α_o 及 δ_o 的大小直接反应了它们对刨削过程难易程度的影响。

过刀刃并垂直于切削速度方向作第二个参考平面,称为基面(p_r)。显然,以 p_r 为基准用 γ_o 角确定前面的位置比用其余角 δ_o 方便。

$p_r-p_o-p_c$ 便组成了测量宽刃刨刀角度的静止参考系。

2. 车刀的静止参考系

车刀的切削部分比宽刃刨刀复杂,它有两条切削刃。车削时有进给运动,而且大多数车刀的主切削刃都不是水平的($\lambda \neq 0$),因此主刃上各点的切削速度无论大小和方向均不相同。为了便于测量车刀的几何角度,在建立车刀的静止参考系时,特作如下三点假设:

(1)不考虑进给运动的影响,即 $f=0$;

(2)车刀安装绝对正确。安装车刀时应使刀尖与工件中心等高,车刀刀杆轴线垂直于工件轴线;

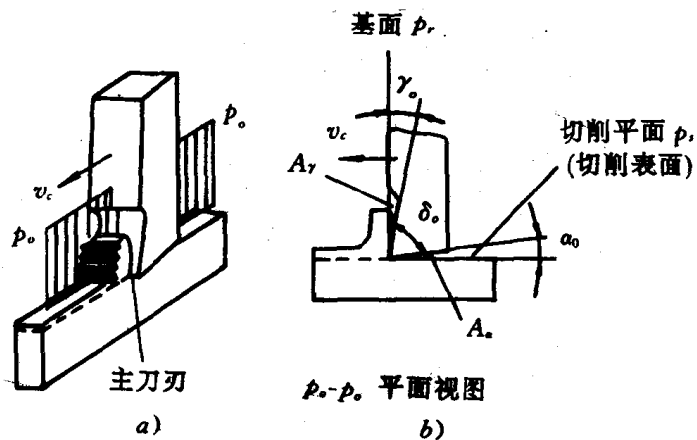


图 1-6 宽刃刨刀的参考平面

(3) 刀刃上选定点 x 的切削速度方向与刀尖处的切削速度方向平行。 x 点的这种切削速度方向称为假定主运动方向。

作了上述三点假设以后,使车刀的静止参考系大为简化。现将静止参考系中切削平面(p_s)及基面(p_r)定义如下:

切削平面(p_s):它是通过刀刃上选定点,包含该点假定主运动方向而又与刀刃相切的平面。

基面(p_r):它是通过刀刃上的选定点并垂直于该点假定主运动方向的平面。

显然,切削平面与基面是相互垂直正交的,而车刀的基面与车刀的安装底面是平行的。

图 1-7 为车刀的静止参考系,图中除有主切削刃的切削平面及基面外,还有副切削刃的切削平面(p'_s)及基面。由于作了上述三点假设,故副刃上选定点的基面与主刃上选定点的基面相互平行,在有的选定点上甚至重合成一个平面。

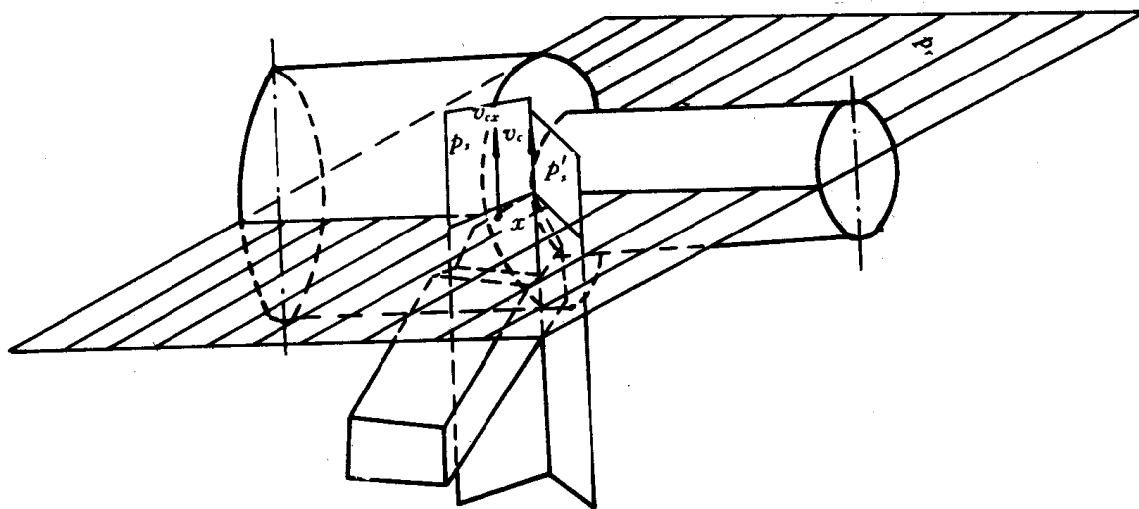


图 1-7 车刀上的切削平面与基面

二、车刀的静态角度

为了确定车刀各刀刃、刀面的空间位置,除切削平面和基面外,还必须有一个能表示车刀前面及后面的空间位置并能测量其方位的“测量平面”。各国所采用的“测量平面”虽然不尽相同,但都能正确表示前面及后面的方位。目前所采用的“测量平面”有:正交平面(p_o-p_o);法平面(p_n-p_n);前面正交平面($p_{r-f}-p_{r-f}$);后面正交平面($p_{b-f}-p_{b-f}$);假定工作平面(p_f-p_f)及背平面(p_r-p_r)等。这些“测量平面”的定义,今后将陆续介绍。“测量平面”与基面和切削平面一起,组成测量刀具角度的静止参考系。我国多采用正交平面静止参考系(以后简称正交平面系或 p_o-p_o 参考系),因此重点介绍在 p_o-p_o 参考系中测量的车刀角度。

1. 在正交平面系中测量的刀具角度

(1) 确定主切削刃空间位置的角度

图 1-8 是图 1-7 的俯视图,故纸面为基面 p_r ,主切削平面 p_s 及副切削平面 p'_s 为基面上的两条迹线。在此图中,主切削刃的空间位置可由两个角度决定:

主偏角 κ_r :它是主切削刃在基面上的投影与进给方向之间的夹角。

刃倾角 λ : 主切削刃与基面的夹角, 在主切削平面中测量。当刀尖在主切削刃上为最低点时, λ 为负值; 反之, 当刀尖在主切削刃上为最高点时, λ 为正值。

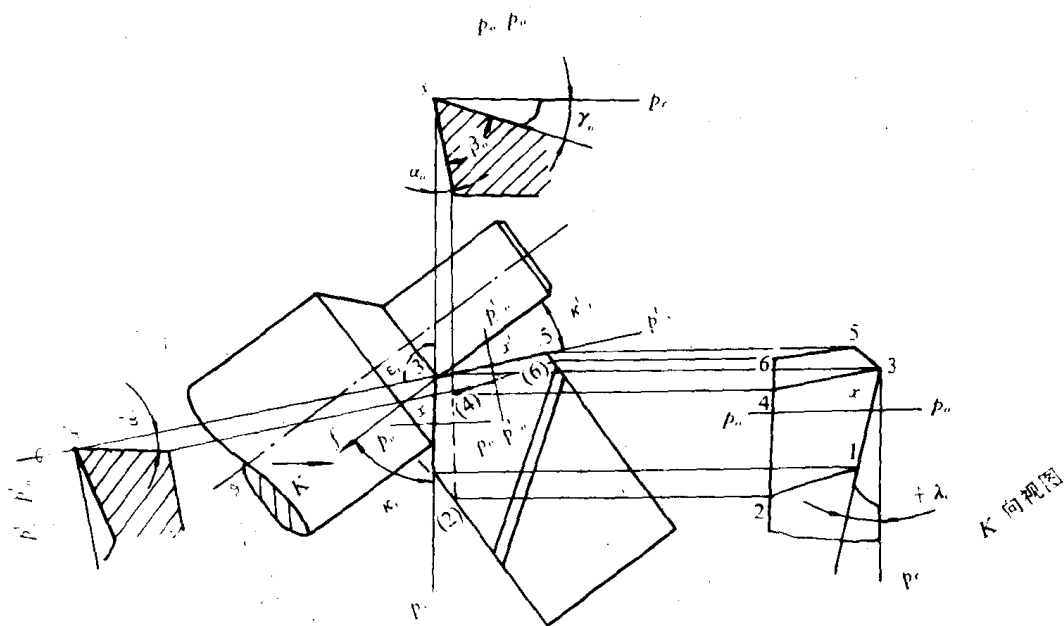


图 1-8 测量车刀角度的正交平面系

(2) 确定前面和后面空间位置的角度

为确定前面和后面的空间位置, 过主切削刃上选定点 x , 取正交平面 p_o-p_o 和刀具相截, 在此截面内便可确定前面及后面的空间位置。

正交平面 p_o-p_o : 过主切削刃上选定点并同时垂直于基面及切削平面的平面。

前角 γ_o : 在 p_o-p_o 平面上测量的前面与基面的夹角。当前面高于基面时, 前角 γ_o 为负值; 反之, 前面低于基面时, γ_o 为正值。

后角 α_o : 在同一 p_o-p_o 平面上测量的后面与主切削平面的夹角。

楔角 β_o : 这是一个派生角度, 它是在同一 p_o-p_o 平面上前面与后面的夹角。显然有

$$\beta_o = 90^\circ - (\gamma_o + \alpha_o) \quad (1-6)$$

(3) 确定副切削刃 (S')、副前面 (A'_f) 及副后面 (A'_o) 空间位置的角度

用同样的方法可以确定副切削刃、副前面及副后面空间位置的 4 个角度: 副偏角 κ'_r , 副刃刃倾角 λ'_s , 副刃前角 γ'_o 及副刃后角 α'_o 。其中 γ'_o 及 λ'_s 是派生角度, 当 κ_r , γ_o 及 λ 确定后它们就随之而定了^①, 故只定义下面两个角度:

① $\begin{aligned} \operatorname{tg} \gamma'_o &= \operatorname{tg} \gamma_o \cos(\kappa_r + \kappa'_r) + \operatorname{tg} \lambda_s \sin(\kappa_r + \kappa'_r) \\ \operatorname{tg} \lambda'_s &= \operatorname{tg} \gamma_o \sin(\kappa_r + \kappa'_r) - \operatorname{tg} \lambda_s \cos(\kappa_r + \kappa'_r) \end{aligned}$

副偏角 κ'_r : 副切削刃在基面上的投影与进给方向之间的夹角。

副后角 α'_s : 它是在副切削刃上选定点的正交平面 $p'_s-p'_s$ 内, 副后刀面与副刃切削平面之间的夹角。

(4) 主、副切削刃的相对位置

主、副切削刃的相对位置可用刀尖角 ϵ_r 决定。它也是一个派生角度。

刀尖角 ϵ_r : 在基面上主、副切削刃投影之间的夹角, 且有

$$\epsilon_r = 180^\circ - (\kappa_r + \kappa'_r) \quad (1-7)$$

2. 在法平面系中测量的刀具角度

法平面系与正交平面系的区别仅只是测量前、后面空间位置的“测量平面”的方位不同。法平面 (p_n-p_n) 是过主切削刃上选定点并垂直于主切削刃的平面 (图 1-9)。在法平面内测量的角度有: 法前角 γ_n , 法后角 α_n 及法楔角 β_n 。其余角度的定义与正交平面系相同。

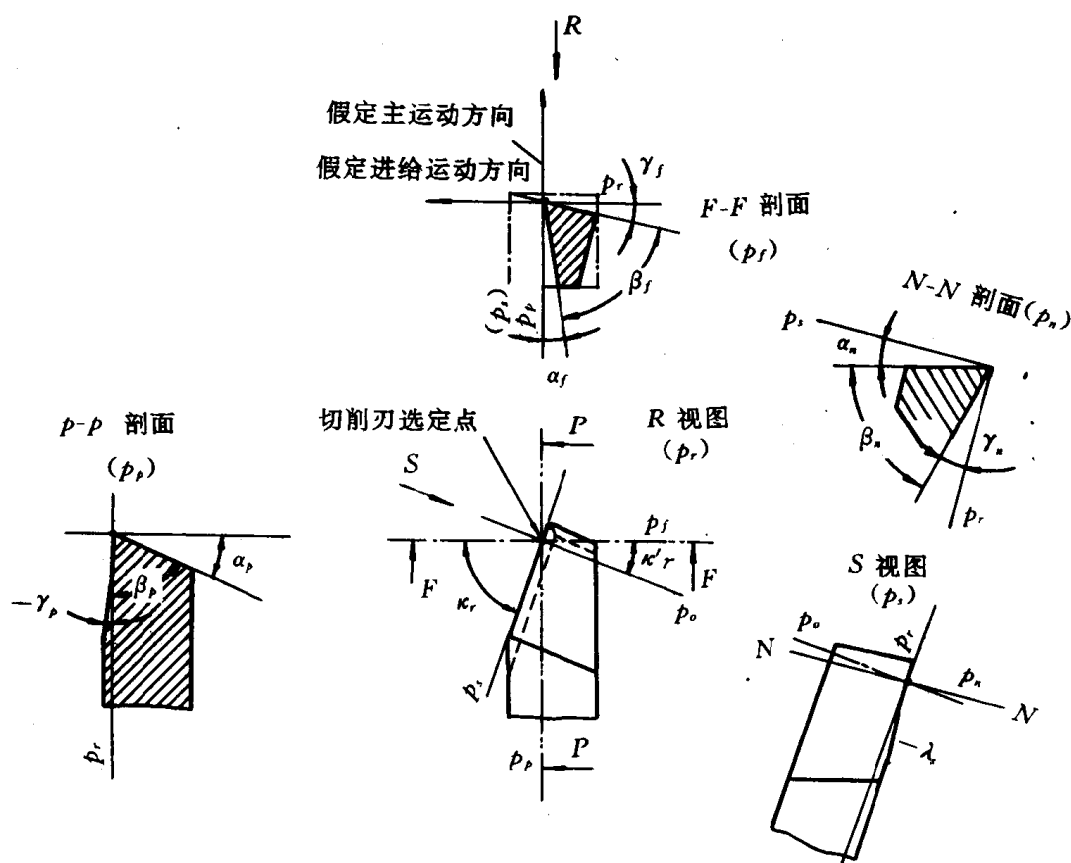


图 1-9 其它参考系

3. 在假定工作平面及背平面系中测量的刀具角度

在此参考系中是用 p_f-p_f 及 p_p-p_p 两个平面内测量的前角及后角, 共同表示前面及后面的空间位置 (图 1-9)。

假定工作平面 (p_f-p_f): 过主切削刃上选定点, 包含该点假定主运动方向及假定进给运动方向的平面。

在 p_f-p_f 平面内测量的角度有: 侧前角 γ_f 、侧后角 α_f 及侧楔角 β_f 。

背平面 (p_p-p_p): 过主切削刃上同一选定点并同时垂直于假定工作平面及基面的平面。