



新世纪

高等职业教育
机电类课程规划教材

机械制造技术

GAODENG ZHIYE JIAOYU
JIDIANLEI KECHENG GUIHUA JIAOCAI

新世纪高等职业教育教材编审委员会组编

主编 孙自力 姜晶 主审 罗玉福

大连理工大学出版社



高等职业教育机电类课程规划教材

机械制造技术

新世纪高等职业教育教材编审委员会组编

主 审 罗玉福

主 编 孙自力 姜 晶 副主编 鲁昌国 张铁平

JIXIE ZHIZAO JISHU

大连理工大学出版社

DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

© 大连理工大学出版社 2005

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术 / 孙自力, 姜晶主编. — 大连: 大连理工大学出版社, 2005.2
高等职业教育机电类课程规划教材
ISBN 7-5611-2754-5

I. 机… II. ①孙… ②姜… III. 机械制造工艺 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 005023 号

大连理工大学出版社出版

地址:大连市凌水河 邮政编码:116024

电话:0411-84708842 传真:0411-84701466 邮购:0411-84707955

E-mail:dlutp@dlutp.cn URL: <http://www.dlutp.com.cn>

大连理工印刷有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

幅面尺寸:185mm×260mm	印张:17.75	插页:1
字数:394千字	印数:1~6000	
2005年2月第1版	2005年2月第1次印刷	

责任编辑:赵晓艳 曾海波	责任校对:张宏
封面设计:波朗	

定 价:27.00元(本书另配有光盘)

新世纪高等职业教育教材编委会教材建设 指导委员会

主任委员:

曹勇安 黑龙江东亚学团董事长 齐齐哈尔职业学院院长 教授

副主任委员(以姓氏笔画为序):

马必学 武汉职业技术学院院长 教授
王大任 辽阳职业技术学院院长 教授
冯伟国 上海商业职业技术学院副院长 教授 博士
刘兰明 邯郸职业技术学院副院长 教授 博士
李竹林 河北建材职业技术学院院长 教授
李长禄 黑龙江工商职业技术学院副院长 副研究员
陈 礼 广东顺德职业技术学院副院长 教授
金长义 广西工业职业技术学院院长 副教授
赵居礼 陕西工业职业技术学院副院长 副教授
徐晓平 盘锦职业技术学院院长 教授

秘书长:

杨建才 沈阳师范大学职业技术学院院长

副秘书长(以姓氏笔画为序):

张和平 江汉大学高等职业技术学院院长
周 强 齐齐哈尔大学职业技术学院副院长

秘书组成员(以姓氏笔画为序):

卜 军 上海商业职业技术学院
王澄宇 大庆职业学院
栗景妆 广西国际商务职业技术学院
鲁 捷 沈阳师范大学职业技术学院
谢振江 黑龙江省司法警官职业学院

会员单位(略):

总序

我们已经进入了一个新的充满机遇与挑战的时代,我们已经跨入了 21 世纪的门槛。

20 世纪与 21 世纪之交的中国,高等教育体制正经历着一场缓慢而深刻的革命,我们正在对传统的普通高等教育的培养目标与社会发展的现实需要不相适应的现状作历史性的反思与变革的尝试。

20 世纪最后的几年里,高等职业教育的迅速崛起,是影响高等教育体制变革的一件大事。在短短的几年时间里,普通中专教育、普通高专教育全面转轨,以高等职业教育为主导的各种形式的培养应用型人才的教育发展到与普通高等教育等量齐观的地步,其来势之迅猛,迫人深思。

无论是正在缓慢变革着的普通高等教育,还是迅速推进着的培养应用型人才的高等职业教育,都向我们提出了一个同样的严肃问题:中国的高等教育为谁服务,是为教育发展自身,还是为包括教育在内的大千社会?答案肯定而且惟一,那就是教育也置身其中的现实社会。

由此又引发出高等教育的目的问题。既然教育必须服务于社会,它就必须按照不同领域的社会需要来完成自己的教育过程。换言之,教育资源必须按照社会划分的各个专业(行业)领域(岗位群)的需要实施配置,这就是我们长期以来明乎其理而疏于力行的学以致用问题,这就是我们长期以来未能给予足够关注的教育目的问题。

如所周知,整个社会由其发展所需要的不同部门构成,包括公共管理部门如国家机构、基础建设部门如教育研究机构和各种实业部门如工业部门、商业部门,等等。每一个部门又可作更为具体的划分,直至同它所需要的各种专门人才相对应。教育如果不能按照实际需要完成各种专门人才培养的目标,就不能很好地完成社会分工所赋予它的使命,而教育作为社会分工的一种独立存在就应受到质疑(在市场经济条件下尤其如此)。可以断言,按照社会的各种不同需要培养各种直接有用人才,是教育体制变革的终极目的。

随着教育体制变革的进一步深入,高等院校的设置是否会同社会对人才类型的不同需要一一对应,我们姑且不论。但高等教育走应用型人才培养的道路和走理论型(也是一种特殊应用)人才培养的道路,学生们根据自己的偏好各取所需,始终是一个理性运行的社会状态下高等教育正常发展的途径。

高等职业教育的崛起,既是高等教育体制变革的结果,也是高等教育体制变革的一个阶段性表征。它的进一步发展,必将极大地推进中国教育体制变革的进程。作为一种应用型人才培养的教育,高等职业教育从专科层次起步,进而高职本科教育、高职硕士教育、高职博士教育……当应用型人才培养的渠道贯通之时,也许就是我们迎接中国教育体制变革的成功之日。从这一意义上说,高等职业教育的崛起,正是在为必然会取得最后成功的教育体制变革奠基。

高职教育还刚刚开始自己发展道路的探索过程,它要全面达到应用型人才培养的正常理性发展状态,直至可以和现存的(同时也正处在变革分化过程中的)理论型人才培养的教育并驾齐驱,还需假以时日;还需要政府教育主管部门的大力推进,需要人才需求市场的进一步完善发育,尤其需要高职教学单位及其直接相关部门肯于做长期的坚忍不拔的努力。新世纪高等职业教育教材编审委员会就是全国 100 余所高职院校和出版单位组成的旨在以推动高职教材建设来推进高等职业教育这一变革过程的联盟共同体。

在宏观层面上,这个联盟始终会以推动高职教材的特色建设为己任,始终会从高职教学单位实际教学需要出发,以其对高职教育发展的前瞻性的总体把握,以其纵览全国高职教材市场需求的广阔视野,以其创新的理念与创新的组织形式,通过不断深化的教材建设过程,总结高职教学成果,探索高职教材建设规律。

在微观层面上,我们将充分依托众多高职院校联盟的互补优势和丰裕的人才资源优势,从每一个专业领域、每一种教材入手,突破传统的片面追求理论体系严整性的意识限制,努力凸现高职教育职业能力培养的本质特征,在不断构建特色教材建设体系的过程中,逐步形成自己的品牌优势。

新世纪高等职业教育教材编审委员会在推进高职教材建设事业的过程中,始终得到了各级教育主管部门以及各相关院校相关部门的热忱支持和积极参与,对此我们谨致深深谢意;也希望一切关注、参与高职教育发展的同道朋友,在共同推动高职教育发展、进而推动高等教育体制变革的进程中,和我们携手并肩,共同担负起这一具有开拓性挑战意义的历史重任。

新世纪高等职业教育教材编审委员会

2001 年 8 月 18 日

《机械制造技术》是新世纪高等职业教育教材编委会组编的机电类课程规划教材之一。

本教材是高职机械类专业所用的专业课教材。本教材从培养技术应用能力出发,根据“实用为先、够用为度”的原则进行编写,避免了较深的理论推导和复杂的数字计算,打破了原来的内容体系,以机械制造工艺为主线,以金属切削原理及机床夹具为两翼,对课程内容进行了重新整合。

本教材在编写的过程中突出以下特点:

1.教材引入了工厂最新的工艺和技术,有利于培养学生的实践能力和工程素质。

2.教材每章都有学习要点和课后习题,便于学生学习掌握。

3.本教材共分8章,主要内容包括金属切削知识;机械加工工艺规程;机床夹具设计基础;典型零件加工;机械加工质量分析;数控加工工艺;机械装配工艺;成组技术与CAPP。

4.本书可供高职院校、高等专科学校的机电一体化、机械制造和模具制造等机械类专业使用。

5.目前各高职院校都在改制,通过对机械类课程的这一整合,也适应了二年制教学的需要。

本教材由渤海船舶职业学院孙自力、辽宁机电职业技术学院姜晶任主编,辽宁石油化工大学职业技术学院鲁昌国、辽宁工程技术大学职业技术学院张铁平任副主编;大连水产学院职业技术学院刘文平、黑龙江工商职业技术学院

6 / 机械制造技术 □

刘波参加了部分章节的编写。具体编写分工如下:孙自力编写第2、5章;姜晶编写第3章;鲁昌国编写第4、6章;张铁平编写第1章;刘文平编写第7章;刘波编写第8章。大连水产学院职业技术学院罗玉福老师、湖南信息职业技术学院朱红建老师审阅了全书并提出很多宝贵的意见。

尽管我们在教学建设的特色方面做出了很多的努力,由于编者的水平有限,教材中难免存在一些疏漏和不妥之处,恳请各相关教学单位和读者在使用本教材时提一些宝贵的意见和建议,以便下次修订时改进。

所有意见和建议请寄往:gzjckfb@163.com

联系电话:0411-84707604 13352244668

编 者

2005年2月



绪论	1
第1章 金属切削知识	3
1.1 切削运动和切削用量	3
1.2 刀具几何角度	5
1.3 金属切削过程	11
1.4 刀具几何参数的合理选择	21
1.5 切削用量的合理选择	24
1.6 刀具材料	26
1.7 刀具的种类及选用	33
习 题	53
第2章 机械加工工艺规程	55
2.1 机械加工概述	55
2.2 机械加工工艺规程的制定	63
2.3 零件的工艺分析	63
2.4 毛坯的确定	65
2.5 定位基准的选择	67
2.6 工艺路线的拟定	72
2.7 加工余量的确定	75
2.8 工序尺寸的确定	78
2.9 机床与工艺装备的选择	86
2.10 机械加工的生产率	86
习 题	89
第3章 机床夹具设计基础	90
3.1 概述	90
3.2 工件定位的基本原理	91
3.3 定位方法及定位元件	99
3.4 定位装置设计示例	107
3.5 夹紧机构原理	109
3.6 基本夹紧机构	112
3.7 其它夹紧机构	117
3.8 夹紧机构设计实例	119
3.9 夹具体	120
3.10 各类机床夹具设计要点	123
3.11 专用夹具的设计方法	134
习 题	137

第4章 典型零件加工工艺	143
4.1 轴类零件加工	143
4.2 箱体类零件加工	160
4.3 套筒零件加工	175
4.4 圆柱齿轮加工	180
习 题	193
第5章 机械加工质量分析	194
5.1 机械加工精度	194
5.2 机械加工表面质量	207
习 题	211
第6章 数控加工工艺	212
6.1 数控加工基础知识	212
6.2 数控加工工艺参数选择	219
6.3 数控机床刀具简介	225
6.4 数控加工工艺与编程简介	233
习 题	240
第7章 机械装配工艺	241
7.1 机械装配概述	241
7.2 装配方法及其选择	245
7.3 装配工艺规程的制订	253
习 题	255
第8章 成组技术与 CAPP	256
8.1 成组技术原理	256
8.2 零件分类编码系统	258
8.3 零件分类成组方法	264
8.4 成组生产的组织形式	267
8.5 计算机辅助工艺规程设计(CAPP)	270
习 题	272
参考文献	273

结 论

机械工业是国民经济中极其重要的基础产业,它为各行各业提供各种设备,各行各业的技术改造都离不开设备更新,因此机械工业的发达程度是表征一个国家综合国力强弱的一个重要标志,而机械工业的发展和进步在很大程度上又取决于机械制造技术的发展和进步,因为再好的发明创造,若解决不了制造问题,就不可能变为现实,不可能变为产品。

任何机械产品都是由许多的零件组成的,要制造出产品,首先就必须把组成它的零件全部制造出来,再经过装配、调试,最后才能形成产品。因此,研究机械制造技术,主要就是研究机械零件的制造技术和产品的装配技术。

1. 零件表面机械制造成形方法

机械零件的几何形状虽然各式各样,但构成其形状的基本表面则不外乎平面、圆柱面、圆锥面及成形面等。这些表面都可看成是由一条线(母线)沿着另一条线(导线)运动的结果,形成表面的母线和导线统称为发生线。

在机械加工中,表面发生线是靠砂轮或刀具的切削刃及其与工件的相对运动而获得的。由于使用的刀具切削刃的形状和采用的加工方法不同,形成发生线的方法可归纳为以下4种:

(1)轨迹法。轨迹法是以刀具与工件被加工面为点接触,发生线为接触点的运动轨迹,使刀具按一定的规律作轨迹运动而得到所需形状的方法。

(2)成形法。成形法是直接把刀具切削刃的形状做成母线形状,由轨迹法形成导线的方法。

(3)相切法。相切法的实质还是轨迹法,只是此时作轨迹运动的是刀具旋转轴线。刀具作旋转运动,刀尖划过的圆周与工件被加工面相切,各切点的包络线即是母线。

(4)展成法。展成法的发生线需要靠工件与刀具按确定的运动关系作展成运动来形成。在运动的过程中,切削刃与被加工面相切,切削刃各瞬时位置的包络线便是所需的发生线。

2. 机械制造技术的发展方向

现代科学技术的发展对机械制造也提出了越来越高的要求,它促进了机械制造技术的发展,同时又为机械制造技术的发展提供了工具和手段,给机械制造领域带来了许多新观念、新技术。当前,机械制造技术发展的主要趋势有以下几个方面:

(1)柔性化、自动化和集成化

在大批量生产中,可采用自动机床、自动生产线、专用机床和专用工艺装备(刀、夹、量具)来实现高效、自动加工。然而这些方法的“柔性”不足,不能适应生产频繁更换的中、小批量生产。随着市场竞争的日益激烈,机电产品的更新周期越来越短,多品种的中、小批量生产已成为今后的主要生产类型。解决中、小批量生产中的高效、自动化问题的途径就

2 / 机械制造技术 □

是发展柔性制造技术。所谓“柔性”,就是既能快速适应产品的更换,又能实现高效自动加工。

柔性自动化可划分为 6 个档次:数控加工(NC)、加工中心(MC)、柔性制造单元(FMC)、柔性制造岛(FMI)、柔性制造系统(FMS)和柔性生产线(FTL)。

目前,在集成制造技术和人工智能的基础上发展起来的一种新型制造工程——智能制造技术(IMT)和智能制造系统(IMS),被称为“21 世纪的制造技术”。它是指在制造工艺各个环节以一种高度柔性与高度集中的方式,通过计算机模拟专家的智能活动,进行分析、判断、推理、构思和决策,旨在取代或延伸制造环境中的部分脑力劳动,并对专家的制造智能进行收集、存储、共享、继承和发展。从一个企业内的产品设计、生产计划、制造加工、过程控制、材料处理、信息管理、设备维护等技术环节自动化,发展到面向世界范围的整个制造环境的自组织与集成化,包括制造智能处理技术、自组织加工单元、自组织机器人、智能生产管理信息系统、多级控制网、全球通信与操作网等,整个制造过程实现智能化,具有自组织能力。

(2)精密加工和超精密加工

在现代高科技领域中,对产品精度的要求越来越高,有的尖端产品其加工精度要求达到 $0.001\mu\text{m}$,即纳米(nm)级;有的产品的结构尺寸非常小,提出了微细加工和超微细加工的要求,如在超大规模集成电路中,要求在微小面积的半导体材料上能容纳更多的电子元件,其电路细微图案中的最小线条宽度为 $2.5\mu\text{m} \sim 0.1\mu\text{m}$ 。这些要求都促使加工精度从微米级向亚微米级和纳米级发展,而且超精密工程正向原子量级加工精度逼近,通过“移动原子加工”对材料进行原子量级的修改和排列。

超精密和细微加工的主要工艺方法有:光刻、刻蚀、沉积、外延生长、扩散、离子溅射去除、离子注入和镀膜等。

要实现超精密加工,就必须具有与之相适应的加工设备、工具、仪器以及加工环境和检测技术。因此,是否掌握超精密加工技术,是一个国家的机械制造水平高低的重要标志,在未来的科技竞争中具有重要意义。

(3)常规工艺的优化

铸造、锻压、焊接、热处理、机械加工等传统的常规工艺至今仍是量大面广、经济适用的技术,因而对其不断地进行改进具有极大的技术经济意义。常规工艺优化的方向是实现高效化、精密化、强韧化、轻量化,以形成优质、高产、低耗、无污染的先进工艺为主要目标。其优化途径有:①保持原有工艺原理不变,通过改善工艺条件,优化工艺参数来实现,如采用高速切削和强力切削,用精密冲裁、精密切割、精密铸造等方法来取代切削加工等方法来实现高效化。②以工艺方法为中心,实现工艺设备、辅助工艺、工艺材料、检测控制系统成套供应服务,使优化工艺易于为企业采用,如以涂层刀具、超硬刀具、机夹刀具代替普通刀具,以数控机床代替普通机床等。

本课程的性质、内容和学习方法

本课程是机械类专业必修的专业课之一,它以机械零件的制造为主线,综合介绍了金属切削知识;机械加工工艺规程;机床夹具设计;典型零件加工;机械加工质量分析;数控刀具;机械装配工艺;成组技术与 CAPP 等内容,具有很强的实践性和综合性。学习时应注意理论联系实际,通过教学录像或到工厂去观看实际加工,最好通过动手实际操作等方法来加深理解、培养能力。

第 1 章

金属切削知识

本章要点

金属切削过程基本规律、刀具几何参数、刀具材料、刀具设计与使用。

金属切削加工是指利用刀具切除被加工零件多余材料,从而获得合格零件的加工方法,是机械制造业中最基本的加工方法。

1.1 切削运动和切削用量

1.1.1 切削运动

在金属切削加工时,为了切除工件上多余的材料,形成工件要求的合格表面,刀具和工件间须完成一定的相对运动,即切削运动。切削运动按其所起的作用不同,可分为主运动和进给运动,如图 1-1 所示。

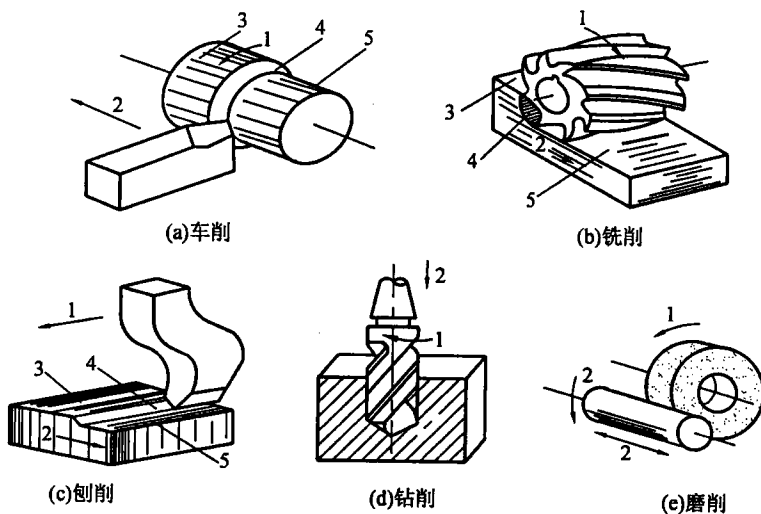


图 1-1 主运动和进给运动

1-主运动; 2-进给运动; 3-待加工表面; 4-加工表面; 5-已加工表面

1. 主运动

一般来说,在切削加工中速度最快、消耗功率最多的运动为主运动。车削时主运动是工件的旋转运动;铣削和钻削时主运动是刀具的旋转运动;磨削时主运动是砂轮的旋转运动;刨削时主运动是刀具(牛头刨)或工件(龙门刨床)的往复直线运动等。一般切削加工中主运动只有一个。

2. 进给运动

在切削加工中为使金属层不断投入切削,保持切削连续进行而附加的刀具与工件之间的相对运动称为进给运动。进给运动可以是一个或多个。车削时进给运动是刀具的移动;铣削时进给运动是工件的移动;钻削时进给运动是钻头沿其轴线方向的移动;内、外圆磨削时进给运动是工件的旋转运动和移动等。

3. 切削层

切削层是指切削时刀具切过工件一个单程所切除的工件材料层。如图 1-2 所示,在加工外圆时,工件旋转一周,刀具从位置 I 移到位置 II,切下 I 与 II 之间的工件材料层。图中 ABCD 称为切削层公称横截面积。

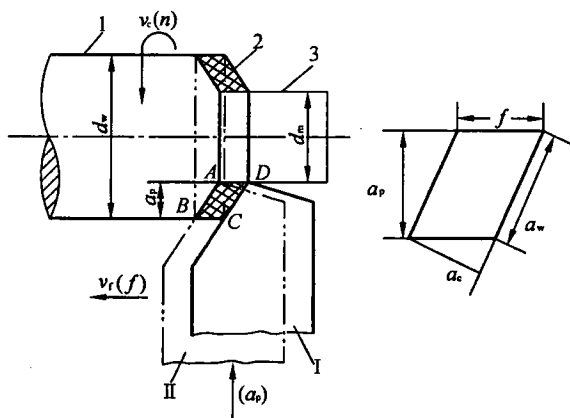


图 1-2 切削层要素

1-待加工表面; 2-过渡表面; 3-已加工表面

1.1.2 切削用量

在切削加工中切削速度、进给量和背吃刀量(切削深度)总称为切削用量。

1. 切削速度

刀具切削刃上选定点相对工件主运动的瞬时线速度称为切削速度,用 v_c 表示,单位为 m/s(或 m/min)。当主运动是旋转运动时,切削速度计算公式为

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

式中 d ——工件加工表面或刀具选定点的旋转直径,单位为 mm;

n ——主运动的转速,单位为 r/s(或 r/min)。

2. 进给量

工件或刀具每转一周,刀具在进给方向上相对工件的位移量,称为每转进给量,简称进给量,用 f 表示,单位为 mm/r 。

单位时间内刀具在进给运动方向上相对工件的位移量,称为进给速度,用 v_f 表示,单位为 mm/s 或 m/min 。

当主运动为旋转运动时,进给量 f 与进给速度 v_f 之间的关系为

$$v_f = fn \quad (1-2)$$

当主运动是往复直线运动时,进给量为每往复一次的进给量。

3. 背吃刀量(切削深度)

工件已加工表面和待加工表面之间的垂直距离,称为背吃刀量,用 a_p 表示,单位为 mm 。

车外圆时背吃刀量 a_p 为

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

式中 d_m ——已加工表面直径,单位为 mm ;

d_w ——待加工表面直径,单位为 mm 。

4. 合成切削速度

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

$$v_c = v_c + v_f \quad (1-4)$$

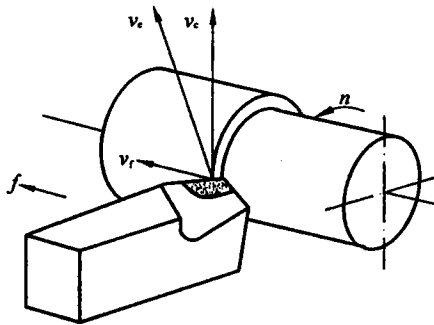


图 1-3 车外圆时合成切削运动

1.2 刀具几何角度

任何刀具都由刀头和刀柄两部分构成。刀头用于切削,刀柄用于装夹。虽然用于切削加工的刀具种类繁多,但刀具切削部分的组成却有共同点。车刀的切削部分可看作是各种刀具切削部分最基本的形态。如图 1-4 所示。

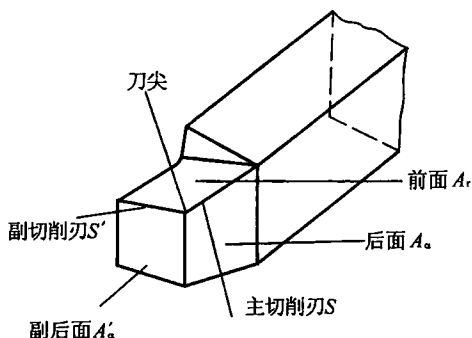


图 1-4 车刀结构

1.2.1 刀具切削部分的构成要素

刀具切削部分主要由刀面和切削刃两部分构成。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,副切削刃及相关的刀面标记在右上角加一撇以示区别。

- (1)前刀面(前面) A_r :刀具上切屑流出的表面;
- (2)后刀面(后面) A_a :刀具上与工件过渡表面相对的刀面;
- (3)副后刀面(副后面) A'_a :刀具上与工件已加工表面相对的刀面;
- (4)主切削刃 S :前面与后面形成的交线,在切削中承担主要的切削任务;
- (5)副切削刃 S' :前面与副后面形成的交线,它参与部分的切削任务;
- (6)刀尖:主切削刃与副切削刃汇交的交点或一小段切削刃。

1.2.2 刀具角度参考平面与刀具角度参考系

为了保证切削加工的顺利进行,获得合格的加工表面,所用刀具的切削部分必须具有合理的几何形状。刀具角度是用来确定刀具切削部分几何形状的重要参数。

为了描述刀具几何角度的大小及其空间的相对位置,可以利用正投影原理,采用多面投影的方法来表示。用来确定刀具角度的投影体系,称为刀具角度参考系,参考系中的投影面称为刀具角度参考平面。

用来确定刀具角度的参考系有两类:一类为刀具角度静止参考系,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为刀具标注角度;另一类为刀具工作角度参考系,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为刀具的工作角度。

1. 刀具角度参考平面

用于构成刀具角度的参考平面主要有:基面、切削平面、正交平面、法平面、假定工作平面和背平面,如图 1-5 所示。

(1)基面 P_r :过切削刃选定点,垂直于假定主运动方向的平面。通常,它是平行(或垂直)于刀具上的安装面(或轴线)的平面。例如:普通车刀的基面 P_r ,可理解为平行于刀具底面的平面;

(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 P_r 的平面。它也是切削刃与切削速度方向构成的平面;

(3)正交平面 P_o :过切削刃选定点,同时垂直于基面 P_r 与切削平面 P_s 的平面;

(4)法平面 P_n :过切削刃选定点,并垂直于切削刃的平面;

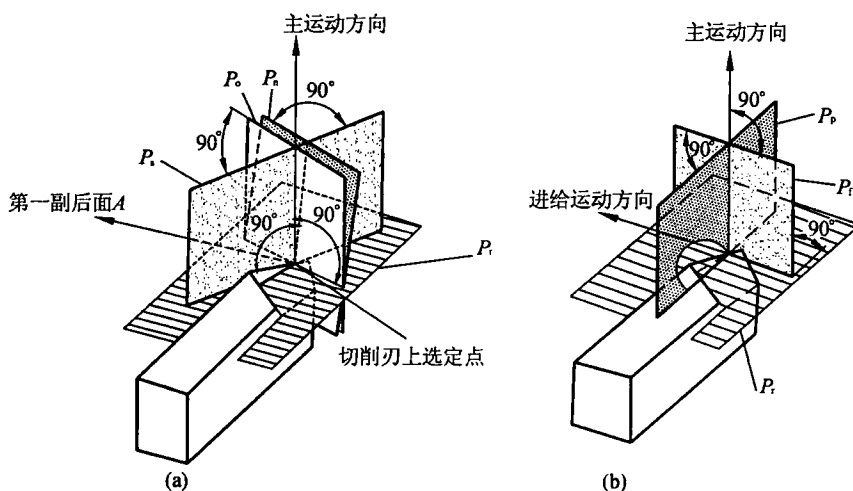


图 1-5 刀具角度的参考平面

(5)假定工作平面 P_f :过切削刃选定点,平行于假定进给运动方向,并垂直于基面 P_r 的平面;

(6)背平面 P_b :过切削刃选定点,同时垂直于假定工作平面 P_f 与基面 P_r 的平面。

2. 刀具角度参考系

刀具标注角度的参考系主要有三种:即正交平面参考系、法平面参考系和假定工作平面参考系。

(1)正交平面参考系:由基面 P_r 、切削平面 P_o 和正交平面 P_n 构成的空间三面投影体系称为正交平面参考系。由于该参考系中三个投影面均相互垂直,符合空间三维平面直角坐标系的条件,所以该参考系是刀具标注角度最常用的参考系。

(2)法平面参考系:由基面 P_r 、切削平面 P_o 和法平面 P_n 构成的空间三面投影体系称为法平面参考系。

(3)假定工作平面参考系:由基面 P_r 、假定工作平面 P_f 和背平面 P_b 构成的空间三面投影体系称为假定工作平面参考系。

1.2.3 刀具标注角度

描述刀具的几何形状除必要的尺寸外,主要使用的是刀具角度。刀具标注角度主要有四种类型,即前角、后角、偏角和倾角。

1. 正交平面参考系中的刀具标注角度

如图 1-6 所示,在正交平面参考系中,刀具标注角度分别标注在构成参考系的三个切削平面上。

在基面 P_r 上刀具标注角度有:

主偏角 κ_r ——在过主切削刃上选定点的基面内,主切削刃与进给运动方向间的夹角;

副偏角 κ_r' ——在过副切削刃上选定点的基面内,副切削刃与进给运动方向间的夹角。

在基面内,主偏角 κ_r 和副偏角 κ_r' 分别决定了主切削刃与副切削刃的位置。主切削