



全国普通高等学校机械类“十二五”规划系列教材

丛书顾问 ■ 李培根 林萍华

机械制造 技术基础

李耀刚 王利华 邢预恩 ■ 主编



JIXIE ZHIZHAO JISHU
JICHU



JIXIELEI SHIERWU



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

014003983

TH16-43
189

全国普通高等学校机械类“十二五”规划系列教材

机械制造技术基础

主 编	李耀刚	王利华	邢预恩	
副主编	李世春	郝力文	骆建华	杜明华
参 编	陈书涵	孙丽媛	赵树忠	
主 审	李世杰			



华中科技大学出版社
中国·武汉



北航

C1690582

TH16-43
189

内 容 简 介

本书系统地介绍了机械制造技术的基础知识,主要内容包括:金属切削原理与刀具、金属切削机床、机械加工方法、机械加工质量与控制、工艺规程设计、机床夹具原理和先进制造技术。

本书既可作为普通高校机械设计制造与自动化专业的主干课程教材,也可作为工业工程、工业设计、包装工程、过程装备、车辆工程、管理工程和建筑工程等有关专业本科生和研究生相关课程教材和参考书,还可作为机械制造和装备相关企业工程技术人员重要的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术基础/李耀刚 王利华 邢预恩 主编. —武汉:华中科技大学出版社, 2013.9

ISBN 978-7-5609-9066-8

I. 机… II. ①李… ②王… ③邢… III. 机械制造工艺-高等学校-教材 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 113651 号

机械制造技术基础

李耀刚 王利华 邢预恩 主编

策划编辑:俞道凯

责任编辑:刘 勤

封面设计:范翠璇

责任校对:张 琳

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321915

录 排:武汉市洪山区佳年华文印部

印 刷:武汉市宏隆印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:17

字 数:452千字

版 次:2013年9月第1版第1次印刷

定 价:34.00元



华中出版

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

全国普通高等学校机械类“十二五”规划系列教材

编审委员会

顾问：李培根 华中科技大学

林萍华 华中科技大学

主任：吴昌林 华中科技大学

副主任：(按姓氏笔画顺序排列)

王生武 邓效忠 轧 钢 庄哲峰 吴 波 何岭松

陈 炜 杨家军 杨 萍 竺志超 高中庸 谢 军

委员：(排名不分先后)

许良元 程荣龙 曹建国 郭克希 朱贤华 贾卫平

丁晓非 张生芳 董 欣 庄哲峰 蔡业彬 许泽银

许德璋 叶大鹏 李耀刚 耿 铁 邓效忠 宫爱红

成经平 刘 政 王连弟 张庐陵 张建国 郭润兰

张永贵 胡世军 汪建新 李 岚 杨术明 杨树川

李长河 马晓丽 刘小健 汤学华 孙恒五 聂秋根

赵 坚 马 光 梅顺齐 蔡安江 刘俊卿 龚曙光

吴凤和 李 忠 罗国富 张 鹏 张鬲君 柴保明

孙 未 何 庆 李 理 孙文磊 李文星 杨咸启

秘 书：

俞道凯 万亚军

全国普通高等学校机械类“十二五”规划系列教材

序

“十二五”时期是全面建设小康社会的关键时期,是深化改革开放、加快转变经济发展方式的攻坚时期,也是贯彻落实《国家中长期教育改革和规划纲要(2010—2020年)》的关键五年。教育改革与发展面临着前所未有的机遇和挑战。以加快转变经济发展方式为主线,推进经济结构战略性调整、建立现代产业体系,推进资源节约型、环境友好型社会建设,迫切需要进一步提高劳动者素质,调整人才培养结构,增加应用型、技能型、复合型人才的供给。同时,当今世界处在大发展、大调整、大变革时期,为了迎接日益加剧的全球人才、科技和教育竞争,迫切需要全面提高教育质量,加快拔尖创新人才的培养,提高高等学校的自主创新能力,推动“中国制造”向“中国创造”转变。

为此,近年来教育部先后印发了《教育部关于实施卓越工程师教育培养计划的若干意见》(教高〔2011〕1号)、《关于“十二五”普通高等教育本科教材建设的若干意见》(教高〔2011〕5号)、《关于“十二五”期间实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程”的意见》(教高〔2011〕6号)、《教育部关于全面提高高等教育质量的若干意见》(教高〔2012〕4号)等指导性意见,对全国高校本科教学改革和发展方向提出了明确的要求。在上述大背景下,教育部高等学校机械学科教学指导委员会根据教育部高教司的统一部署,先后起草了《普通高等学校本科专业目录机械类专业教学规范》、《高等学校本科机械基础课程教学基本要求》,加强教学内容和课程体系改革的研究,对高校机械类专业和课程教学进行指导。

为了贯彻落实教育规划纲要和教育部文件精神,满足各高校高素质应用型高级专门人才培养要求,根据《关于“十二五”普通高等教育本科教材建设的若干意见》文件精神,华中科技大学出版社在教育部高等学校机械学科教学指导委员会的指导下,联合一批机械学科办学实力强的高等学校、部分机械特色专业突出的学校和教学指导委员会委员、国家级教学团队负责人、国家级教学名师组成编委

会,邀请来自全国高校机械学科教学一线的教师组织编写全国普通高等学校机械类“十二五”规划系列教材,将为提高高等教育本科教学质量和人才培养质量提供有力保障。

当前经济社会的发展,对高校的人才培养质量提出了更高的要求。该套教材在编写中,应着力构建满足机械工程师后备人才培养要求的教材体系,以机械工程知识和能力的培养为根本,与企业对机械工程师的能力目标紧密结合,力求满足学科、教学和社会三方面的需求,在结构上和内容上体现思想性、科学性、先进性,把握行业人才要求,突出工程教育特色。同时注意吸收教学指导委员会教学内容和课程体系改革的研究成果,根据教学指导委员会颁布的各课程教学专业规范要求编写,开发教材配套资源(习题、课程设计和实践教材及数字化学习资源),适应新时期教学需要。

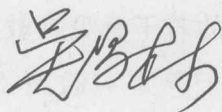
教材建设是高校教学中的基础性工作,是一项长期的工作,需要不断吸取人才培养模式和教学改革成果,吸取学科和行业的新知识、新技术、新成果。本套教材的编写出版只是近年来各参与学校教学改革的初步总结,还需要各位专家、同行提出宝贵意见,以进一步修订、完善,不断提高教材质量。

谨为之序。

国家级教学名师

华中科技大学教授、博导

2012年8月



前 言

本书为全国高等院校机械设计制造及其自动化专业的主干技术基础课程教材,也可以供机械类其他专业使用。

本书是编者在总结多年教学经验的基础上编写的。在编写本书的过程中,通过参考国内外同类书籍,结合多本教材的优点,突出重点,以点带面,注重基础理论的阐述,突出以培养学生的能力为目标,在理论与实践相结合的基础上培养学生发现问题和解决问题的能力。本书还大量阐述了国内外新的科技成果、新的技术内容及其发展趋势。

本书由河北联合大学李耀刚、内蒙古民族大学王利华、内蒙古科技大学邢预恩担任主编,长江师范学院李世春、河北联合大学郝力文、骆建华、杜明华担任副主编;绪论由李耀刚编写;第一章由邢预恩编写;第二章由王利华编写;第三章由杜明华编写;第四章由李世春编写;第五章由郝力文、陈书涵编写;第六章由骆建华、孙丽媛编写;第七章由李耀刚、赵树忠编写。河北联合大学机械工程学院研究生纪宏超、乔长胜、孙丽媛、姜钊、杨晓、龙海洋在资料收集、整理和部分图例的绘制方面做了很多工作。全书由李耀刚统稿,由河北工业大学李世杰教授主审。

由于编者水平有限和编写时间仓促,书中不足之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

2013 年 1 月

目 录

绪论	(1)
第1章 金属切削原理与刀具	(3)
1.1 切削运动与切削要素	(3)
1.2 刀具构造及刀具材料	(6)
1.3 金属切削过程	(18)
1.4 切削力	(20)
1.5 切削热和切削温度	(24)
1.6 刀具的磨损和刀具寿命	(28)
1.7 切削用量的合理选择及提高切削用量的途径	(31)
习题	(36)
参考文献	(37)
第2章 金属切削机床	(38)
2.1 机床的类型和型号	(38)
2.2 机床的运动和传动	(41)
2.3 车床	(48)
2.4 磨床	(62)
习题	(69)
参考文献	(70)
第3章 机械制造中的加工方法	(71)
3.1 概述	(71)
3.2 常用加工方法	(71)
3.3 表面的精整、光整加工	(87)
3.4 特种加工	(88)
习题	(91)
参考文献	(91)
第4章 机械加工质量及其控制	(93)
4.1 机械加工精度	(93)
4.2 加工误差的统计分析	(122)
4.3 机械加工表面质量	(131)
4.4 机械加工过程中的振动	(137)
习题	(146)
参考文献	(147)
第5章 工艺规程设计	(148)
5.1 概述	(148)
5.2 机械加工工艺规程设计	(153)

5.3 装配工艺规程设计	(180)
5.4 机械产品设计的工艺性评价	(194)
习题	(199)
参考文献	(202)
第6章 机床夹具原理	(203)
6.1 概述	(203)
6.2 工件在夹具中的定位	(206)
6.3 定位误差的分析	(219)
6.4 工件在夹具中的夹紧	(223)
6.5 机床夹具的设计步骤	(231)
习题	(242)
参考文献	(245)
第7章 机械制造技术的发展	(246)
7.1 概述	(246)
7.2 先进制造技术	(246)
7.3 先进制造工艺技术	(248)
习题	(260)
参考文献	(261)

绪 论

1. 机械制造业在国民经济中的重要作用

机械制造业是国民经济的基础产业,它的发展直接影响到国民经济各部门的发展,也影响到国计民生和国防力量的加强,因此,各国都把机械制造业的发展放在重要位置。随着机械产品国际市场竞争的日益加剧,各大公司都把高新技术注入机械产品的开发中,作为竞争取胜的重要手段。

国民经济中的任何行业的发展必须依靠机械制造业的支持并提供装备,在国民经济生产力构成中,制造技术的作用占60%以上。美国的学者认为来源于机械制造业的社会财富占全部的68%;在日本,约49%的国民经济总产值由制造业提供。在先进的工业化国家中,约有1/4的人口从业于制造业,在非制造业部门中,又有约半数人员的工作性质与制造业密切相关。当今制造科学、信息科学、材料科学、生物科学等四大支柱科学相互依存,但后三种科学必须依靠制造科学才能形成产业和创造社会物质财富。而制造科学的发展也必须依靠信息、材料和生物科学的发展,机械制造业是其他高新技术实现工业价值的最佳集合点。例如,快速成形机、虚拟轴机床、智能结构与系统等,已经远远超出纯机械的范畴,而是集机械、电子、控制、计算机、材料等众多技术于一体的现代机械设备,并且体现了人文科学和个性化发展的内涵。自第二次世界大战以来,美国对机械制造业的发展十分重视。从20世纪50年代以来,美国在大学中设置工业工程专业,培养机械制造系统人才,着眼于世界市场竞争,企图霸占国际制造业市场。20世纪50年代初,当第一台数控机床在麻省理工学院诞生以后,美国在机械制造业中采取的主导政策是走数控和计算机群控,实现机械制造业中占主导地位的中小批量生产自动化的道路,以提高生产效率。但实践证明这一策略未能奏效,在机械制造业的国际竞争中,德国和日本是胜利者。20世纪70年代,美国转向吸取德、日经验,使中、小批量生产通过成组技术(GT)实现生产系统柔性化和自动化。1979年美国国会通过议案拨款发展柔性化制造系统,并于20世纪80年代末完成了高度柔性化的全自动化小型工厂(small work)标准化工作,并向中小型企业推广。但由于忽略了市场的多变性和人为的作用,在与德、日的竞争中未能占上风,机械制造业每况愈下,一度认为机械制造业已成“夕阳工业”。之后,美国通过10年论证,从概念上实现了从柔性制造到敏捷制造的转化,把宏观的国际市场需求与具体的公司生产密切结合,充分发挥人的因素,形成对市场的快速反应,提出了敏捷制造的新概念。

我国是一个文明古国。公元前16世纪到公元前11世纪的商代,已出现可转动的琢玉工具。车削加工和车床雏形在我国的出现早于欧洲近千年。到了明代,在古天文仪器加工中,已采用了铣削和磨削加工方法,并出现了铣床、磨床和刀具刃磨机床的雏形。但近百年来,封建制度的束缚严重阻碍了中国工业化的进程。至中华人民共和国成立前夕,中国的机械制造业几乎为零。新中国成立以来,我国机械制造业有了很大的发展,开始拥有了自己独立的汽车工业、航天航空工业等技术难度较大的机械制造工业。特别是改革开放以来,我国机械制造业充分利用国内外两方面的资金和技术,进行了较大规模的技术改造,使加工技术、产品质量和水平及经济效益有了很大的提高,为推动国民经济发展起了重要作用。

当前我国财政收入的一半来自制造业,制造业当之无愧是“共和国经济大厦的基石”。

2000年,我国制造业增加值占国民生产总值的比重超过三分之一,占工业总值的77.6%,上交税金占国家税收总额的比重也超过三分之一,制成品出口占全国外贸出口总额的89.8%。我国机械制造业产值仅次于美国、日本和德国,居世界第四位。尽管我国的机械制造业在国际上的排名靠前,而且在国际贸易中机械设备的出口占了相当大的比重,但是我们绝不能忽视自身的不足。与工业发达的国家相比,我国机械制造业的水平还存在阶段性的差距,主要表现在产品质量和水平不高,技术开发能力不强,基础元器件和基础工艺不过关,生产率低,科技投入严重不足等。例如,我国机械制造业拥有300多万台机床,2000多万职工,堪称世界之最。但由于产品结构和生产技术相对落后,致使我国许多高精尖设备和成套设备仍需大量进口,机械制造业人均产值仅为发达国家的几十分之一。同时我国还没有一个制造企业跻身世界500强,更缺乏世界知名的机械制造品牌。虽然机械制造业产值世界排名第四,但总规模仅相当于美国的五分之一、日本的四分之一;人均劳动生产率仅为美国的二十五分之一、日本的二十六分之一、德国的二十分之一;制造业机构仍然偏轻,主要表现为产业主体技术依靠国外,有自主知识产权的产品少,依附于国外装备产品的比重大。但是随着改革开放不断地深入和企业体制的变革加深,和对自主知识产权的越加重视,中国的机械制造业正朝着一个健康、全面的方向快速发展。

2. 本课程研究的内容及性质

机械制造技术是研究产品设计、生产、加工制造、销售使用、维修服务乃至回收再生产的整个过程的工程学科,是以提高质量、效益、竞争力为目标,包含物质流、信息流和能量流的完整的系统工程。

本课程主要介绍在机械产品的生产过程中金属切削原理及其所需刀具的基本知识,金属切削机床的类型和基本构造及其运动,机械制造中常用的加工方法、精密加工和特种加工等加工方法,机械加工精度和误差等加工的质量及其控制方法,装配工艺规程的设计与评价,机床夹具的设计原理、方法步骤和工件在机床中的定位,以及制造技术发展的前沿和趋势。

3. 本课程的任务和要求

本课程的任务和要求在于使学生能够掌握机械制造过程中的基本理论和基本知识,能够熟练地掌握金属切削的原理和刀具的构造等基本知识,了解金属切削机床的类型和基本构造及其传动方法,初步了解机械制造中的加工方法,掌握机械加工质量的理论知识及其控制方法,能够编制和设计机械加工的工艺规程,熟练掌握工件在机床夹具中的定位与夹紧,了解机械制造技术的新工艺、新技术和发展趋势。

本课程综合了机械制造技术各方面的基础知识,通过学习本课程的基本知识,应善于将其付诸实践来提升和深化对知识的理解,理论指导实践,同时用实践验证理论,进而完成对机械制造技术的掌握。

第 1 章 金属切削原理与刀具

金属切削加工虽有多种不同的形式,但是,它们在很多方面(如切削时的运动、切削工具以及切削过程的物理实质等)都有着共同的现象和规律。这些现象和规律是学习各种切削加工方法的共同基础。

1.1 切削运动与切削要素

1.1.1 零件表面的形成及切削运动

1. 零件表面的形成

机器零件的形状虽很多,但分析起来,主要由下列几种表面组成,即外圆面、内圆面(孔)、平面和成形面。因此,只要能对这几种表面进行加工,就基本上能完成所有机器零件的加工。

外圆面和内圆面(孔)是以某一直线为母线,以圆为轨迹,作旋转运动时所形成的表面。平面是以一直线为母线,以另一直线为轨迹,作平移运动时所形成的表面。成形面是以曲线为母线,以圆或直线为轨迹,作旋转或平移运动时所形成的表面。上述各种表面,可分别用图 1.1 所示的相应的加工方法来获得。由图可知,要对这些表面进行加工,刀具与工件必须有一定的相对运动,就是所谓切削运动。

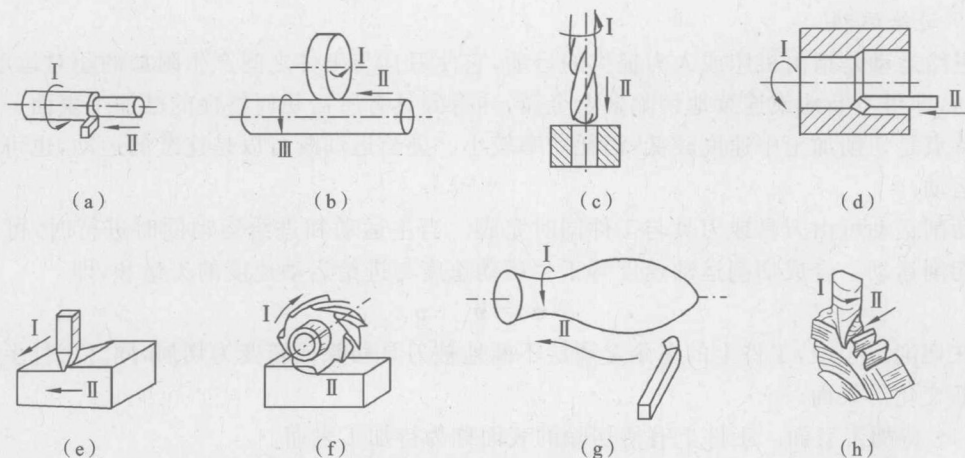


图 1.1 零件不同表面加工时的切削运动

(a) 车外圆面;(b) 磨外圆面;(c) 钻孔;(d) 车床上镗孔;(e) 刨平面;(f) 铣平面;(g) 车成形面;(h) 铣成形面

2. 切削运动

金属切削加工就是用金属切削刀具切除工件上多余的金属材料,使其形状、尺寸精度及表面质量达到预定要求的一种机械加工方法。在金属切削加工过程中,为切除多余的金属,刀具和工件之间必须有相对运动,这种相对运动称为切削运动。按照切削运动在切削加工中的所起的作用不同,可将其分为主运动(图 1.1 中 I)和进给运动(图 1.1 中 II)两种。

1) 主运动

主运动是指由机床提供的主要运动,它促使刀具和工件之间产生相对运动,从而使刀具前面接近工件并切除切削层。主运动是切削加工中速度最高,消耗功率最大的运动。通常主运动只有一个,它可由工件完成,也可由刀具完成。如图 1.2 所示车削时工件的旋转运动、钻削和铣削时刀具的旋转运动、磨削时砂轮的旋转运动、刨削时工件或刀具的往复运动等都是主运动。

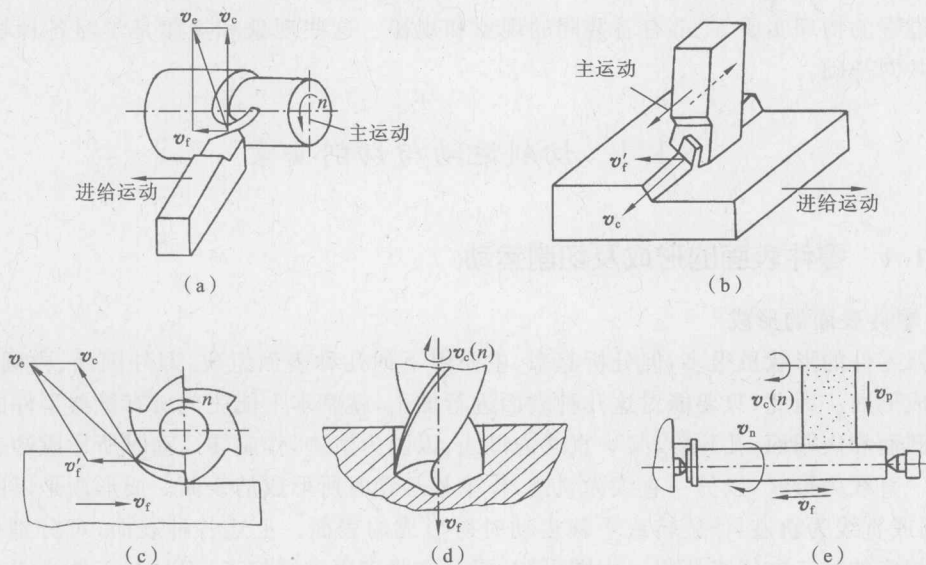


图 1.2 几种常见加工方法的切削运动

2) 进给运动

进给运动是指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多余金属,并得到具有所需几何特性的已加工表面。进给运动的特点是切削加工中速度较低,消耗功率较小。进给运动既可以是连续的运动,也可以是间断的运动。

切削运动可由刀具或刀具与工件同时完成。当主运动和进给运动同时进行,可合成为合成切削运动。合成切削运动速度等于主运动速度与进给运动速度的矢量和,即

$$\boldsymbol{v}_e = \boldsymbol{v}_c + \boldsymbol{v}_f \quad (1.1)$$

在切削过程中,工件上的多余金属层不断地被刀具切除而转变为切屑,同时工件上形成三个不断变化的表面。

- (1) 待加工表面 工件上有待切除的表面称为待加工表面。
- (2) 已加工表面 工件上经刀具切削后产生的表面称为已加工表面。
- (3) 过渡表面 工件上由切削刃形成的那部分表面,它在切削过程中不断变化,但总是处于待加工表面与已加工表面之间。

1.1.2 切削要素

1. 切削用量

切削用量是表示主运动及进给运动参数的数量,是切削速度 v_c 、进给量 f 和背吃刀量 a_p 三者的总称,如图 1.3 所示,它是调整机床,计算切削力、切削功率和工时定额的重要参数。

1) 切削速度 v_c

切削速度是指切削刃上选定点相对于工件的主运动的瞬时速度,单位为 m/s 。当主运动为旋转运动时,其计算公式为

$$v_c = \frac{\pi d n}{1\,000} \quad (1.2)$$

式中: d 为切削刃上选定点所对应的工件或刀具的直径, mm ; n 为主运动的转速, r/s 。

显然,当转速 n 一定时,选定点不同,切削速度不同。实际生产中考虑刀具的磨损和切削功率等原因,确定切削速度 v_c 时一律以刀具或工件进入切削状态的最大直径作为计算依据。

2) 进给量 f

进给量是指刀具在进给运动方向上相对于工件的位移量,可用刀具或工件每转(主运动为旋转运动时)或每行程(主运动为直线运动时)的位移量来表达和测量,单位为 mm/r 或 mm/行程 。

切削刃上选定点相对工件的进给运动的瞬时速度称为进给速度 v_f ,单位为 mm/s 。它与进给量之间的关系为

$$v_f = n f = n f_z z \quad (1.3)$$

3) 背吃刀量(切削深度) a_p

背吃刀量是指在与主运动和进给运动方向相垂直的方向上测量的已加工表面与待加工表面之间的距离,单位为 mm 。

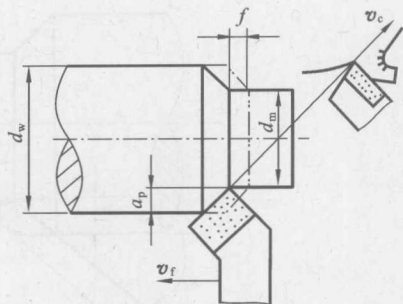


图 1.3 切削用量三要素

1.1.3 切削层参数

在切削过程中,刀具的切削刃在一次进给中从工件待加工表面上切除的金属层,称为切削层。为简化计算,切削层参数是在与主运动方向相垂直的平面内度量的切削层截面尺寸,如图 1.4 所示。切削层的参数有以下三个。

1. 切削层公称横截面面积 A_D

切削层公称横截面面积 A_D 是指给定瞬间切削层在与主运动方向相垂直的平面内度量的实际横截面积。实际上,由于刀具副偏角的存在,经切削加工后的已加工表面上常留有规则的刀纹,这些刀纹在切削层尺寸平面里的横截面面积 ABE 称为残留面积,残留面积的高度直接影响已加工表面的表面粗糙度。

2. 切削层公称宽度 b_D

切削层公称宽度 b_D 是指沿切削刃方向测量的切削层截面尺寸,单位为 mm 。它大致反映了主切削刃参加切削工作的长度。

3. 切削层公称厚度 h_D

切削层公称厚度 h_D 是指垂直于切削刃方向上测量的切削层截面尺寸,单位为 mm 。当主切削刃为直线且刀尖圆弧半径很小时,由图 1.4 可见:

$$b_D = a_p / \sin \kappa_r \quad (1.4)$$

$$h_D = f \sin \kappa_r \quad (1.5)$$

$$A_D = b_D h_D = a_p f \quad (1.6)$$

把车刀的刀头。外圆车刀的切削部分可作为其他各类刀具切削部分的基本形态。

1. 刀具切削部分的组成

普通外圆车刀的构造如图 1.6 所示,其组成包括刀柄和刀头(切削部分)两部分。刀柄是车刀在车床上定位和夹持的部分,刀头用于切削工件。切削部分的组成要素如下。

(1) 前面 A_f 是指刀具上切屑流过的表面。

(2) 主后面 A_a 是指刀具上与工件过渡表面相对的表面。

(3) 副后面 A'_a 是指刀具上与工件已加工表面相对的表面。

(4) 主切削刃 S 是指刀具前面与主后面相交而得到的刃边(或棱边),用于切出工件上的过渡表面,完成主要的金属切除工作。

(5) 副切削刃 S' 是指刀具前面与副后面相交而得到的刃边,它配合主切削刃完成切削工作,最终形成工件已加工表面。

(6) 刀尖是指主切削刃与副切削刃连接处相当少的一部分切削刃。

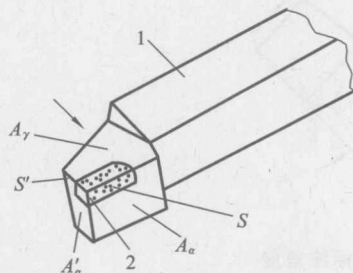


图 1.6 车刀的组成

1—刀柄;2—刀尖

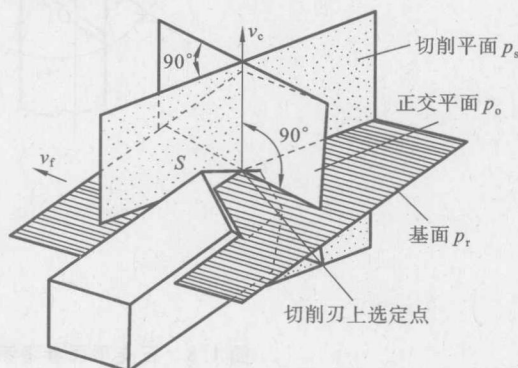


图 1.7 正交平面参考系

2. 刀具切削部分的几何角度

为确定刀具切削部分的几何角度,必须建立一定的空间参考坐标系和参考坐标平面。刀具角度的参考系有两种:静止参考系和工作参考系。刀具静止参考系是指用来定义刀具设计、制造、刃磨和测量时的参考系。在该参考系中确定的刀具几何角度称为刀具的标注角度。

静止参考系的确定有两个假定条件:一是不考虑进给运动的大小,只考虑其方向,这时合成切削运动方向就是主运动方向;二是刀具的安装定位基准与主运动方向平行或垂直,刀柄的轴线与进给运动方向平行或垂直。下面介绍常用的正交平面静止参考系。

1) 参考系的建立

正交平面参考系由三个互相垂直的基面 p_r 、切削平面 p_s 、正交平面 p_o 组成,如图 1.7 所示。

(1) 基面 p_r 是指通过切削刃选定点垂直于主运动方向的平面。由于刀具静止参考系是在假定条件下建立的,因此,对车刀、刨刀来说,其基面平行于刀具的底面,对钻头、铣刀等旋转刀具来说,则为通过切削刃某选定点,包含刀具轴线的平面。基面是刀具制造、刃磨及测量时的定位基准。

(2) 切削平面 p_s 是指通过切削刃选定点与主切削刃相切并垂直于基面的平面。当切削刃为直线刃时,过切削刃选定点的切削平面即是包含切削刃并垂直于基面的平面。

(3) 正交平面 p_o 是指通过切削刃选定点并同时垂直于基面和切削平面的平面。也可认为,正交平面是过切削刃选定点垂直于主切削刃在基面上的投影所作的平面。

由 p_r 、 p_s 、 p_o 组成一个正交平面参考系。

2) 正交平面参考系刀具角度

在正交平面参考系中可标注出如下刀具角度,如图 1.8 所示。

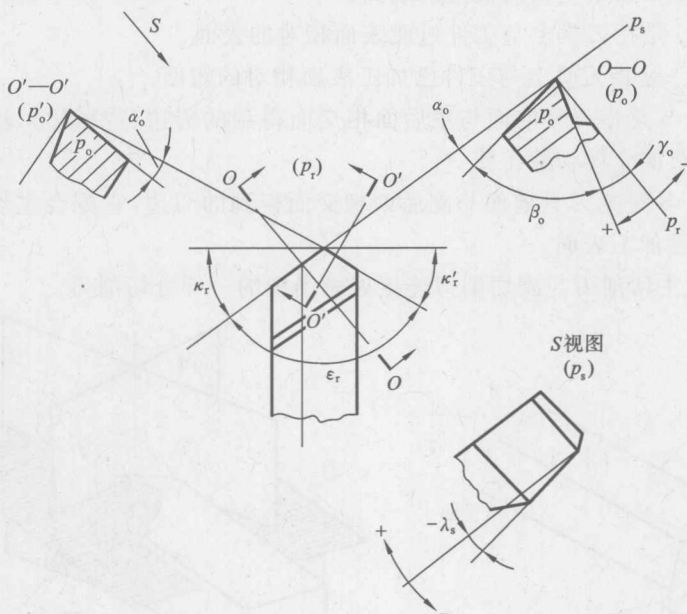


图 1.8 正交平面参考系内的刀具标注角度

(1) 在基面内测量的角度有以下三种。

① 主偏角 κ_r 是指主切削刃在基面上的投影与假定进给运动方向之间的夹角,它总是为正值。

② 副偏角 κ'_r 是指副切削刃在基面上的投影与假定进给运动反方向之间的夹角。

③ 刀尖角 ϵ_r 是指主、副切削刃在基面投影之间的夹角。

在基面内,主偏角 κ_r 和副偏角 κ'_r 分别决定了主切削刃和副切削刃的位置,刀尖角 ϵ_r 可由主偏角和副偏角派生得到,即 $\epsilon_r = 180^\circ - (\kappa_r + \kappa'_r)$ 。

(2) 在切削平面内测量的角度 刃倾角 λ_s 是指主切削刃与基面之间的夹角。当刀尖是主切削刃的最高点时刃倾角为正值,当刀尖是主切削刃的最低点时,刃倾角为负值,当主切削刃与基面重合时,刃倾角为零度。

(3) 在正交平面内测量的角度有以下三种。

① 前角 γ_o 是指前面与基面之间的夹角。前角有正、负和零度之分,当前面与切削平面夹角小于 90° 时前角为正值,大于 90° 时前角为负值,前面与基面重合时为零度前角。

② 后角 α_o 是指后面与切削平面之间的夹角。当后面与基面夹角小于 90° 时后角为正值。为减小刀具和加工表面之间的摩擦等,后角一般不能为零度,更不能为负值。

③ 楔角 β_o 是指前面与后面之间的夹角。此角为派生角度。

在正交平面内,前角 γ_o 和后角 α_o 分别决定了前刀面和后刀面的位置,楔角 β_o 可由前角和后角派生得到,即 $\beta_o = 90^\circ - (\gamma_o + \alpha_o)$ 。