



北京市高等教育精品教材立项项目

机械制造

第2版

王红军 张宾 韩秋实 主 编
谭豫之 副主编

技术基础



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

北京市高等教育精品教材立项项目

机械制造技术基础

第2版

主 编 韩秋实
副主编 王红军 张 宾 谭豫之
主 审 徐小力



机械工业出版社

本书对原有教材进行了优化,在重点介绍有关机械制造技术的基础知识、基本理论和基本方法的同时,还考虑了机械制造领域的最新成就和发展趋势,增加了NC技术与NC机床、数字制造和网络化制造、绿色制造与环境等新内容、新技术,以使学生通过本课程的学习对机械制造技术的发展有一个全面的了解和正确认识。

本书内容包括:机械制造工业的作用、国内、外发展的现状,机械制造技术基础知识、切削与磨削、机床设备、机械加工工艺的设计、工件在机床上的装夹与夹具设计、机械加工精度与表面质量、机械装配工艺、先进制造工艺技术、数字化和网络化制造、绿色制造与环境等内容。本书适合大多数普通高等院校培养面向生产第一线人才的需要。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术基础/韩秋实主编. —2版. —北京:
机械工业出版社, 2004.9

北京市高等教育精品教材立项项目

ISBN 7-111-06265-5

I. 机... II. 韩... III. 机械制造工艺 IV. TH16

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第090165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:程京宁

责任编辑:汪小星 版式设计:冉晓华 责任校对:刘志文

封面设计:张静 责任印制:施红

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2005年1月第2版第1次印刷

787mm×1092mm 1/16·27.75印张·534千字

定价:38.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版 68326294、68320718

前 言

近年来，随着信息技术、自动化技术和人工智能技术的迅猛发展和在制造领域中的应用，制造业发生了巨大的变化。为适应技术发展和经济竞争的需要，以及适应 1998 年国家教育部修订的新的本科专业目录，根据国家机电类教学指导委员会机械制造和机械设计专业组会议精神，从增强基础知识、拓宽专业面考虑，从工科院校培养应用型、动手能力强的人才的角度出发，于 1998 年 4 月编写出版了《机械制造技术基础》，作为普通高校机械工程类专业的教材。使用 5 年来，得到了多数使用该教材院校师生的好评，并于 2002 年被列为北京市精品教材。随着科学技术的迅速发展，信息技术与制造技术进一步融合，制造技术向信息化、系统化、集成化方向发展，为适应这一发展及新世纪高等教育对于培养人才的要求，由北京市精品教材工程的资助，对 98 版《机械制造技术基础》教材进行修订，供有关院校使用。

修订后的教材，继承了 98 版教材基础理论知识与工程应用技术相结合，传统制造技术与现代制造技术相结合的风格，并进一步加强了信息技术在机械制造中的应用，突出了现代先进制造技术的内容，以满足学生对制造工程的新理论、新技术学习的需要。本书包括了原《金属切削原理》、《金属切削机床概论》和《机械制造工艺学》中主要的和基础的内容。并在此基础上，增加了先进制造技术、制造信息化、绿色制造等新技术和新知识，特别突出了数控加工设备及数控加工工艺的内容。本书按 80 学时编写，供不同专业及专业方向选学。

本书内容：第一章为绪论，介绍了机械制造工业的作用、信息时代的制造业和机械制造系统的概念。第二章为机械加工及设备的基础理论。第三章至第四章为金属切削原理的内容，把原教学要求的内容进行了压缩及删减，保留了基本的和重要的知识。第五章至第七章介绍了金属切削机床的加工原理、应用范围、传动系统及结构特点，以及常用的刀具，并特别突出了数控机床的原理、结构、编程等内容。第八章至第十二章叙述了机械加工工艺规程的制订、工件在机床上的安装、机械加工精度和表面质量以及设备装配工艺，并增加了数控加工工艺设计的内容。第十三章至第十四章介绍了机械制造领域的新技术，包括先进制造技术、制造信息化和绿色制造等内容。

IV 前 言

本书可供高等学校机械设计制造及自动化专业和其他机械工程类专业作为专业基础课教材，也可供职工大学、函授大学、高职学院的相应专业作为教学用书，并可供从事机械制造工作的工程技术人员参考和培训使用。

本书由北京机械工业学院韩秋实教授主编，北京机械工业学院王红军、中国农业大学张宾、谭豫之任副主编。另外，参加编写的人员还有李伟、孙志勇、张怀存、张康、王吉芳、栾忠权等。

本书由徐小力教授主审。

本书在编写过程中，听取了一些老专家的意见，并参考和引用了一些教材中的部分内容和插图，在此表示感谢，也对在 98 版中的编者甘肃工业大学胡赤兵，谭伟明二位教授表示感谢。感谢郑军等完成了部分文字的编辑和录入工作。

限于编者水平，书中错误和不正确之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

前言		传动系统	83
第一章 绪论	1	第二节 CA6140 型卧式车床主要结构	95
第二章 机械加工及设备的基础理论	7	第三节 其他通用车床	103
第一节 金属切削基本知识	7	第四节 车床刀具	107
第二节 金属切削机床的基本知识	15	第六章 其他机床及典型加工方法	110
第三节 金属切削过程	26	第一节 常用机床	110
第四节 切削力、切削热与切削温度	32	第二节 常用的平面加工方法及刀具	120
第五节 刀具的磨损与刀具使用寿命	45	第三节 孔加工方法及刀具	123
第三章 切削条件的合理选择及刀具的选择	52	第四节 齿轮加工机床	127
第一节 工件材料的切削加工性	52	第七章 数控机床	142
第二节 刀具材料	55	第一节 概述	142
第三节 切削液	59	第二节 数控机床的分类	145
第四节 刀具合理几何参数的选择	60	第三节 数控机床的工作原理	147
第五节 切削用量的选择	64	第四节 数控机床的机械结构	150
第四章 磨削	71	第五节 数控机床的选用原则	165
第一节 砂轮的特性与选择	71	第六节 典型数控机床	167
第二节 磨削运动及磨削过程	74	第七节 数控编程	182
第三节 磨削力、磨削功率及磨削温度	76	第八章 机械加工工艺流程的制订	199
第四节 先进的磨削方法	80	第一节 基本概念	199
第五章 车床	82	第二节 定位基准的选择	209
第一节 CA6140 型卧式车床及		第三节 机械加工工艺路线的拟定	214
		第四节 加工余量及工序尺寸和公差的确 定	225
		第五节 工艺尺寸链	230

第六节	工艺过程的生产率和技术 经济指标	243	第二节	表面粗糙度及其影响因素	344
第七节	数控加工工艺设计	248	第三节	提高机械加工表面质量的方法	356
第八节	典型零件机械加工工艺规程制订 实例	261	第四节	振动对表面质量的影响及其 控制	360
第九章	工件在机床上的安装	274	第十二章	装配工艺	366
第一节	概述	274	第一节	装配工艺的制订	366
第二节	工件定位原理	276	第二节	保证装配精度的方法和装配 尺寸链	368
第三节	定位方式与定位元件的选择	279	第十三章	先进制造技术与制造 信息化	379
第四节	定位误差	284	第一节	企业制造信息化的现状与发展 趋势	379
第五节	工件的夹紧	288	第二节	制造系统的网络环境	384
第六节	基本夹紧机构	291	第三节	企业信息化过程中采用的计算机 辅助工具简介	393
第七节	典型夹具	298	第四节	快速成形技术	409
第八节	数控加工系统的夹具	309	第五节	虚拟现实技术	416
第十章	机械加工精度	312	第十四章	绿色制造技术概述	423
第一节	概述	312	第一节	绿色制造的基本概念	423
第二节	工艺系统几何误差对加工精度的 影响	314	第二节	清洁生产	425
第三节	工艺系统受力变形对加工精度的 影响	318	第三节	绿色再制造技术	428
第四节	工艺系统受热变形对加工精度的 影响	328	第四节	虚拟绿色制造技术	431
第五节	加工误差的统计分析法	332	第五节	绿色制造技术的科学价值和应 用前景	432
第十一章	机械加工表面质量	339	参考文献	434	
第一节	表面质量的含义及其对零件使用 性能的影响	339			

第一章 绪 论

一、机械制造业的作用、发展及国内、外水平

在国民经济的各个领域、各个行业中广泛使用着大量的机床、机器、仪器及工具等，这些工艺装备都是由机械制造业提供的。机械制造业的主要任务就是围绕各种工程材料的加工技术，研究其加工工艺并设计和制造各种工艺装备。机械制造业是国民经济各部门的装备部，它不仅为传统产业的改造提供现代化的装备，同时也为计算机、通信等新兴的产业群提供基础的或从未有过的新型技术装备。机械制造业的兴衰直接影响和制约了工业、农业、交通、航天、信息和国防各部门的生产技术和整体水平，进而影响着一个国家的综合生产实力及国家的强盛。

美国在经历了生产衰退、产品的市场竞争力明显下降的教训之后，于 20 世纪 80 年代末明确提出：“振兴美国经济的出路在于振兴美国的制造业”以及“经济的竞争归根到底是制造技术和制造能力的竞争”。2001 年中国工程院也组织了 25 名院士和 40 多位专家对我国制造业的现状、作用、地位及发展趋势和对策进行了调查研究，写出了《新世纪如何提高和发展我国制造业的研究报告》，指出：处于工业中心地位的制造业，特别是装备制造业，是国民经济持续发展的基础，是工业化、现代化建设的发电机和动力源，是在国际竞争中取胜的法宝，是技术进步的主要舞台，是提高人均收入的财源，国防安全的保障，发展现代文明的物质基础。没有先进的制造业去不断地持续地武装、改造和提升各产业部门的装备和生产运行水平，实现对环境友好的可持续发展，就谈不上现代化。可见，机械制造业是国民经济赖以发展的基础，是国家经济实力和水平的综合体现。21 世纪是科学技术、综合国力竞争的年代，一个国家为了保持在国际竞争中的地位，必须首先大力发展好机械制造业及机械制造技术。

机械制造业是有着悠久历史的行业，早在公元前几个世纪，制造业的萌芽就已经出现了。人们最初是加工木料，并逐渐过渡到加工金属。在 15 世纪出现了畜力驱动的铣床，用来加工天文仪器上的铜盘。18、19 世纪相继出现了蒸汽机驱动的和电力驱动的机械动力机床及相应的刀具，加工的范围、精度、效率都达到了一定的水平。随着电子计算机及以计算机为核心的信息技术的产生和发展，20 世纪 40 年代出现了数控机床(NC)以及后来的计算机数控机床(CNC)、加工中心(MC)、柔性制造单元(FMC)、柔性制造系统(FMS)、计算机集成制造系统(CIMS)等。同时新的、高效率的硬质合金刀具及

新刀具材料也在不断发展,机械制造业已经进入了一个划时代的新的发展阶段。

当代的机械制造业(冷加工技术)正沿着三个主要方向发展。

(1) 加工技术向高度信息化、自动化、智能化方向发展,信息技术、智能制造技术、数控技术、柔性制造系统、计算机集成制造系统以及敏捷制造等先进制造技术都在改造传统制造业并迅速向前发展。

(2) 加工技术向高精度发展,出现超精密工程以及纳米材料及加工、纳米测量等纳米技术。

(3) 机械加工的工艺方法进一步完善与开拓,除了传统的切削与磨削技术仍不断发展,各种特种加工方法也在不断开拓新的工艺可能性与新的技术,如快速成形、激光加工、电加工和射流加工等。

同时,机械制造中的计量与测试技术、机械产品的装配技术、工况监测与故障诊断技术、机械设备性能试验技术、机械产品的可靠性保证与质量控制技术、仿生制造技术、微型制造设备技术、网络制造技术、人工智能在机械制造中的应用以及考虑到环境保护的绿色制造技术等均有重大的进展。机械制造业的发展依赖材料学、仿生学、计算机科学、系统论、信息论、控制论等各门学科的基本理论和最新成果,因此,加强学科间的交叉、综合、渗透,探索新的机械制造理论、技术工艺和设计思想,用当代高新技术来改造、武装机制行业,是向着自动化、最优化、柔性化、集成化、智能化和精密化的目标前进的最佳途径。

我国的机械制造业起步较晚,基本上是在 20 世纪的 50 年代以后开始的。但 50 多年来已取得了长足的进步。1993 年我国机床的拥有量就已达到 317.6 万台,居世界第一位,机床产量达 36.7 万台(其中数控机床 1.3 万台),也位居世界前茅。“七五”、“八五”和“九五”期间,“柔性制造系统和设备开发研究”等一批国家科技攻关项目都取得了关键性的成果,“十五”期间,国家又组织了“精密制造与数控关键技术研究和应用示范”重大科技攻关项目,使具有自主知识产权的高水平、高精度机床数控系统的研制和生产有较大提高,高、中档数控机床、加工中心以及高速主轴单元等功能部件形成相当的研究和生产能力。目前,我国已能生产 6 轴 5 联动的数控系统,生产的高速数控铣削机床,主轴转速 4000 ~ 40000r/min,进给速度可达 30m/min,定位精度 $5\mu\text{m}$,并可实现 5 轴联动。生产的立式高速加工中心,主轴转速可高达 10000r/min,定位精度 $\pm 2\mu\text{m}$,进给速度可达 60m/min。另外,数控机床品种发展迅速,1995 年全国数控机床品种有 500 多种,到 2000 年已发展到 1300 多种。并且中国数控机床正在向高精度、高速度、多轴联动发展,向自动线和柔性自动线成套方向发展,向高级型、普及型、经济型相结合方向发展,向模块化、系列化方向发展。在切削刀具方面,我国已开发了超细晶

粒硬质合金、碳化钛基硬质合金、含稀土元素的硬质合金以及高性能超细晶粒氧化铝陶瓷、氮化硅陶瓷等刀具材料，并已能生产高精密滚刀、精密镜面铣刀等刀具和立方氮化硼(CBN)砂轮。我国的机械制造业确实已达到了相当的规模和水平。

但是，相对工业发达国家的机械制造业来说，我国还是有较大的差距。我国生产的数控系统在可靠性、无故障使用时间上都低于国外的一些同类产品。生产的机床同国外生产的同类产品相比，性能较差、功能范围窄，机床的自动化水平低，机床产量数控率1993年仅为3.55%。虽然，数控机床的产值数控化率逐年增加，1996年产值数控化率为21.26%，2000年产值数控化率为32.38%，但还是低于西方发达国家。机床的动态精度和稳定性不高，加工精度较低；高效机床还不过关。在刀具方面，超硬刀具及相应刀具材料的应用处于开始阶段；新结构刀具和精密刀具占刀具总量的比例小。在加工工艺方面，超精加工水平较低；自动化加工及管理也还处于起始阶段。我国在机械制造基本理论及应用技术的研究方面也较落后，人员技术素质也还适应不了现代机械制造业飞速发展的需要。

因此，我国的机械制造业必须努力工作，培养高水平的人才和提高现有人员的素质，学习和掌握当代最先进的科学技术，使我国的机械制造业赶上世界先进水平。

二、机械制造过程及机械制造系统

(一) 机械产品生产过程与机械制造过程

在现代化的制造工业中，机械产品的生产过程是一个大的系统工程。该过程根据内容的不同可分为三个阶段：第一阶段是产品的决策阶段；第二阶段是产品的设计和研究阶段；第三阶段是产品的制造阶段，如图1-1所示。

产品的制造阶段即是把原材料转变为成品的过程，这一过程包括原材料的运输和保管、生产准备、毛坯准备、机械加工、装配与调试、质量检验、成品包装等不同的工作。在这一过程中的运输、保管、准备、包装、检验等称为辅助过程，而毛坯制造、机械加工、热处理、装配等直接改变毛坯或零件的形状尺寸、材料性能的过程称为生产工艺过程或工艺过程。生产工艺过程中的机械加工、装配调试等称为机械制造(工艺)过程。这一过程的工作即是把已通过铸造、焊接、锻造等方法得到的毛坯进行机械切削等加工，并装配成机器。

(二) 机械加工工艺系统与机械制造系统

在产品的机械制造过程中，大部分工作是机械加工。机械加工主要是指通过金属切削的方法改变毛坯的形状、尺寸的过程。虽然随着加工技术的发展，电火花加工、激光加工、电解加工以及快速成形法等新的特种加工方法开始被用来进行金属的加工，但目前主要应用的仍然是用金属切削刀具来进行切削的方法。图1-2是一个典型的金属切削

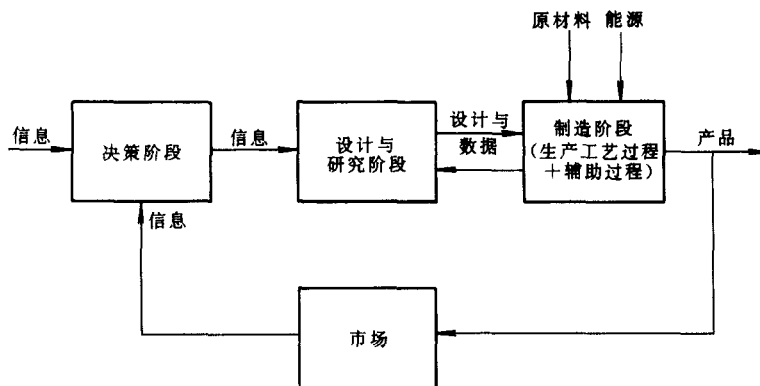


图 1-1 机械产品生产过程

的示例。由图可知，机床通过夹具装夹工件，同时也夹持切削刀具。加工时，机床根据选好的切削参数提供工件与刀具间的相对运动，即产生切削加工。

这里，机床(夹具)-刀具-工件组成了机械加工工艺系统。

随着机械制造技术、计算机技术、信息技术的发展，以及为了能更有效地对机械制造过程进行控制，大幅度地提高加工质量和加工效率，人们在机械加工工艺系统的基础上提出了机械制造系统的概念。

机械制造系统的组成包括各种机床、刀具、自动装夹搬运装置及制造的工艺方案。输入系统的是一定的材料毛坯及信息等，而输出则为加工后的零件、部件或机械产品。图 1-3 为由单台机床组成的经典的机械制造系统。

其中机床用来向制造过程提供刀具与工件之间的相对位置和相对运动，为改变工件形状、质量提供能量。机床可以看成是由三个子系统组成：定位子系统用来确定刀具与工件的相对位置(可通过夹具)；运动子系统为加工提供切削速度和进给量；能量子系统为加工提供能量。刀具则与定位子系统相连，并通过运动子系统与工件产生相对运动。输出的零件的信息可反馈给控制装置，以便使加工不断地进行。

机械制造系统的自动化加工程度高，采用计算机对加工过程进行控制，并配有质量

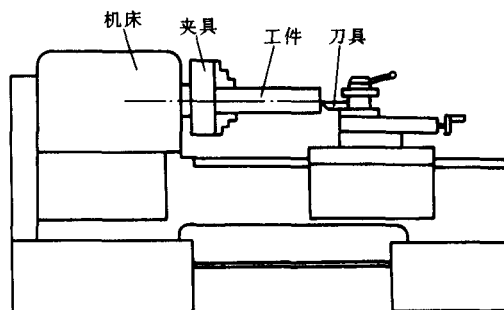


图 1-2 机械加工工艺系统的组成

监测等手段，同时对加工过程进行先进的、科学的管理。目前，常见的有：加工中心单级制造系统、多台机床组成的多级计算机集成制造系统。随着制造技术的进一步发展，机械制造系统的概念将扩展为更先进的无人车间或无人工厂。

综上所述，无论是传统的机械加工工艺系统，还是先进的机械制造系统，其基本组成部分均是机床与刀具，并由作为加工、装配过程

信息管理基础的机械制造工艺联系而成。可见，切削原理及刀具、金属切削机床及机械制造工艺学等基本理论及相关知识形成了机械制造技术的基础。

三、信息时代的机械制造业

当代社会已进入了全新的信息时代，现代信息技术的飞速发展和广泛应用使整个社会的各个领域及人类生产、社会生活的各个方面发生了质的变化。以电子计算机和现代通信技术为核心的信息技术为人们提供了新的、更加高效的获取、传输、处理和控制信息的手段，信息技术改变了现代产业结构，不但产生了新的产业——信息产业，而且也给传统产业注入了活力，使传统产业出现革命性的改变。机械制造这一具有悠久历史的古老、传统产业，也正受到信息技术及其他高技术的挑战和促进，信息技术已经或正在把几乎所有的制造业从机械化提升到自动化。九届人大《关于国民经济和社会发展第十个五年计划纲要的报告》中明确指出：“发展高新技术产业，以信息化带动工业化”，“用高新技术和先进适用技术改造提升传统产业”。北京市的社会和经济发展战略规划中也指出：要用“信息技术改造传统制造业，发展和振兴现代制造业”。因此，用现代信息技术和其他高新技术改造传统制造业，这是制造业所面对的一项重要工作。

在信息时代，随着社会的进步、技术的发展以及全球市场竞争的加剧，人类对制造的需求不断更新和提高，制造过程和活动变得愈加复杂，制造所用时间的减少和交货时间的提前，制造所需成本的降低和质量的提高，制造产品的多样化和个性化，制造商和用户之间的信息交流都是现代制造业要面对和迅速解决的问题。制造所用设备、材料、信息、人员理念以及制造过程的组织和管理，不但自身要求适应这一变化，而且相互之间形成相互密切关联的整体。这就要求既要在硬件上形成先进的复杂的现代制造系统，

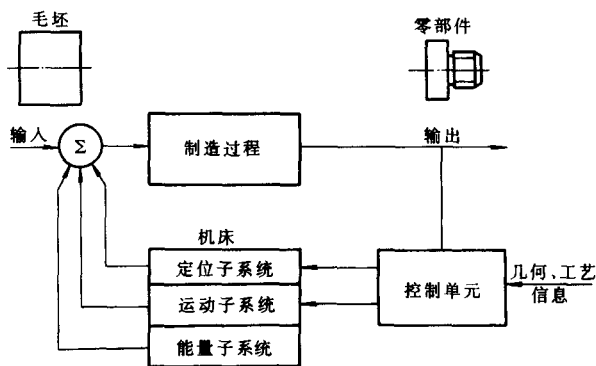


图 1-3 经典机械制造系统的组成

也要求通过信息交流形成制造系统的理论和技术。

首先，通过电子计算机技术、自动化技术、信息技术以及仿真加工技术、纳米加工技术、特种加工技术，并借助 CAD/CAM 技术、柔性制造技术生产大量高度自动化、高度柔性化、高效率、高精密度的各种各类数控机床、加工中心、柔性制造系统、自动装配线、工业机器人等先进的以信息技术驱动的制造业工作母机。

其次，提升和突出信息在制造系统中的作用和地位。制造系统的三要素：物质、能量和信息，其中的物质部分即加工设备及被加工材料。物质和能量两者在传统的制造系统中曾占据主导地位，受到重视、研究、开发和利用。随着社会生产的发展，信息这一要素正在迅速上升成为制造系统中的主导因素。能量驱动型和信息驱动型是传统制造和现代制造的显著区别特征。现代产品是在制造过程中所投入的知识和信息的物化与集成，这些知识和信息的内容规范产品的使用价值，产品的信息量则影响了其交换价值。

在现代机械制造系统中，设计、制造和运销管理都已经或正在实现自动化、智能化、信息化，用电子计算机控制的机械和生产线代替或减少了劳动者的工作量，提高了效率。计算机虚拟技术的应用加速了产品的设计和生产过程，提高了产品的质量和可靠性，降低了成本。网络通信技术使产品的制造、生产超越了时空和地域的限制，实现跨地域、跨行业、跨国界的合作与集成，并逐步走向全球化。这些都是现代制造业所取得的初步成就。

在新的世纪，现代农业、工业、服务业和国防等一切部门所需要的各种高技术含量装备的设计、制造和批量生产都要靠先进的现代制造业。而实现工、农、服务业的机械化、自动化、信息化和智能化也是现代制造业面临的光荣而艰巨的任务。

第二章 机械加工及设备的基础理论

第一节 金属切削基本知识

一、切削运动与切削用量

(一) 切削运动

要使刀具从工件毛坯上切除多余的金属，使其成为具有一定形状和尺寸的零件，刀具和工件之间必须具有一定的相对运动，这种相对运动称为切削运动。切削运动根据其功用不同，可分为主运动和进给运动。这两个运动的向量和，称为合成切削运动。所有切削运动的速度及方向都是相对于工件定义的。

(1) 主运动 使刀具和工件之间产生相对运动，以进行切削的最基本运动。主运动的速度最高、所消耗的功率最大。在切削运动中，主运动只有一个，如图 2-1 所示。在外圆车削时，工件的旋转运动是主运动；在铣削、磨削时，刀具或砂轮的旋转是主运动。

(2) 进给运动 不断地把待切金属投入切削过程，从而加工出全部已加工表面的运动。在车削加工中，车刀的纵向或横向移动，即是进给运动。进给运动一般速度较低，消耗的功率较少，可以由一个或多个运动组成。它可以是间歇的，也可以是连续的。

(3) 合成切削运动 如图 2-1 所示，合成切削运动是由主运动和进给运动合成的运动。刀具切削刃上选定点相对工件的瞬时合成运动方向称合成切削运动方向，其速度称合成切削速度。

(二) 切削用量

(1) 切削速度 v_c 切削刃选定点相对于工件的主运动的瞬时速度，单位为 m/s 或 m/min 。计算时，应以最大的切削速度为准，车削外圆的计算公式如下：

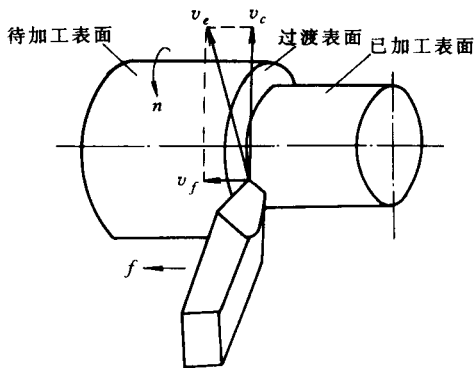


图 2-1 切削运动与工件表面

$$v_c = (\pi d_w n) / 1000 \quad (2-1)$$

式中 d_w ——工件待加工表面直径(mm);
 n ——工件转速(r/s 或者 r/min)。

(2) 进给量 f 工件或刀具每转一转时, 两者沿进给方向的相对位移, 单位为 mm/r, 如图 2-2 所示。进给速度 v_f 是单位时间的进给量, 单位为 mm/s 或 mm/min

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

对多点切削刀具, 如钻头、铣刀还规定每一个刀齿的进给量 f_z , 即后一个刀齿相对于前一个刀齿的进给量, 单位为 mm/Z (毫米/齿)

$$f = f_z Z \quad (2-3)$$

式中 Z ——刀齿数。

(3) 背吃刀量(切削深度) a_p 工件上已加工表面和待加工表面间的垂直距离, 单位为 mm, 如图 2-2 所示。车削外圆时:

$$a_p = (d_w - d_m) / 2 \quad (2-4)$$

式中 d_w ——待加工表面直径(mm);
 d_m ——已加工表面直径(mm)。

二、刀具切削部分的基本定义

金属刀具的种类很多, 但它们切削部分的几何形状与参数都有着共性, 即不论刀具结构如何复杂, 它们的切削部分总是近似地以外圆车刀的切削部分为基本形态。

(一) 车刀的组成

车刀由刀柄和刀头组成, 如图 2-3 所示。刀柄是刀具上的夹持部位, 刀头则用于切削。切削部分的结构及其定义如下:

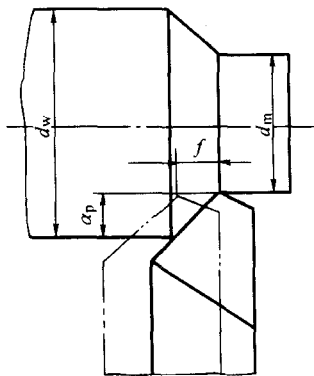


图 2-2 进给量与背吃刀量

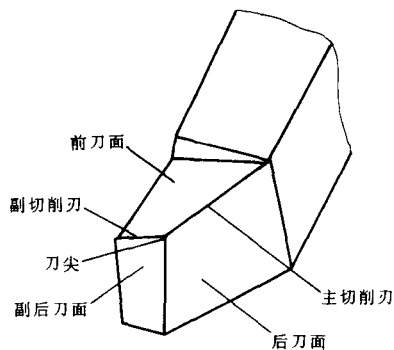


图 2-3 车刀切削部分结构要素

- (1) 前刀面 A_f 刀具上切屑流过的刀面。
- (2) 后刀面 A_a 与工件上过渡表面相对的刀面。
- (3) 副后刀面 A'_a 与工件上的已加工表面相对的刀面。
- (4) 主切削刃 S 前刀面与后刀面的交线。
- (5) 副切削刃 S' 前刀面与副后刀面的交线。
- (6) 刀尖 主切削刃与副切削刃的连接部分, 它可以是曲线、直线或实际交点(图 2-4)。

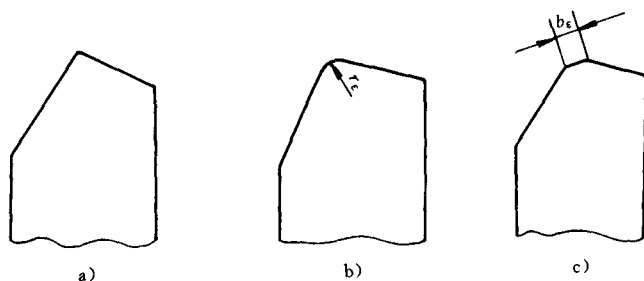


图 2-4 刀尖形状

a) 实际交点 b) 曲线刃 c) 直线刃

(二) 刀具角度的参考系

为了确定刀具切削部分各表面和刀刃的空间位置, 需要建立平面参考系。按构成参考系时所依据的切削运动的差异, 参考系分成: 刀具标注角度参考系和刀具工作角度参考系。前者由主运动方向确定, 后者由合成切削运动方向确定。

刀具标注角度参考系(又称刀具静止参考系)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刀具标注角度。

刀具工作角度参考系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刀具工作角度。

1. 正交平面参考系

如图 2-5 所示, 正交平面参考系由以下三个平面组成:

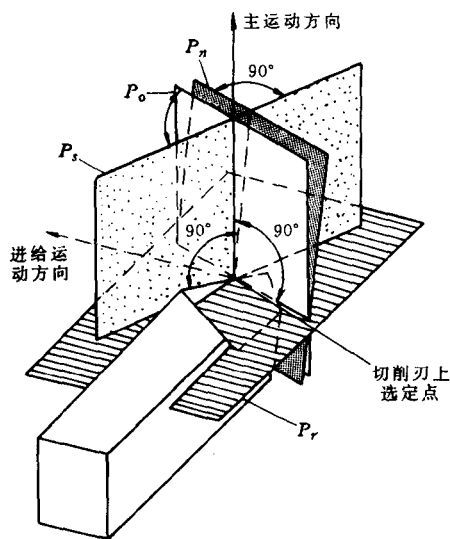


图 2-5 正交平面与法平面参考系

(1) 基面 P_r 过切削刃上选定点垂直于主运动方向的平面。它平行或垂直于刀具在制造、刃磨及测量时适合于安装的平面或轴线。

(2) 切削平面 P_s 过切削刃上选定点与切削刃相切并垂直于基面的平面。

(3) 正交平面 P_o 过切削刃上选定点并同时垂直于切削平面与基面的平面。

2. 法平面参考系

如图 2-5 所示, 法平面参考系由 P_r 、 P_s 、 P_n 三个平面组成。

法平面 P_n 是过切削刃上选定点并垂直于切削刃的平面。

3. 假定工作平面参考系

如图 2-6 所示, 假定工作平面参考系由 P_r 、 P_f 、 P_p 三个平面组成。

(1) 假定工作平面 P_f 过切削刃上选定点平行于进给方向并垂直于基面 P_r 的平面。

(2) 背平面 P_p 过切削刃上选定点同时垂直于基面 P_r 和假定工作平面 P_f 的平面。

(三) 刀具的标注角度

1. 在正交平面内标注的角度

(1) 前角 γ_o 在正交平面内度量的前刀面与基面之间的夹角。

(2) 后角 α_o 在正交平面内度量的后刀面与切削平面之间的夹角。

(3) 楔角 β_o 在正交平面内度量的前刀面与后刀面之间的夹角。由图 2-7 可知

$$\beta_o = 90^\circ - (\gamma_o + \alpha_o) \quad (2-5)$$

2. 在切削平面内标注的角度

刃倾角 λ_s 在切削平面内度量的主切削刃与基面之间的夹角。(刃倾角正负)

3. 在基面内标注的角度

(1) 主偏角 κ_r 主切削刃在基面上的投影与进给方向的夹角。

(2) 副偏角 κ'_r 副切削刃在基面上的投影与进给方向的夹角。

(3) 刀尖角 ϵ_r 在基面内度量的主切削刃与副切削刃之间的夹角。由图 2-7 可知

$$\epsilon_r = 180^\circ - (\kappa_r + \kappa'_r) \quad (2-6)$$

上述角度中, β_o 和 ϵ_r 是派生角度, 由前、后刀面磨出的主切削刃只需四个基本角度即可确定它的空间位置, 即为 γ_o 、 α_o 、 κ_r 、 λ_s 。

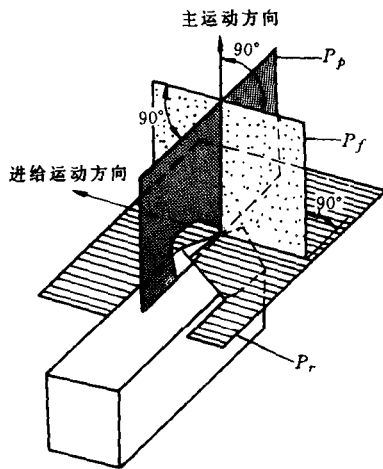


图 2-6 假定工作平面参考系