



全国高等职业教育规划教材

机械制造基础

主编 徐 宁



电子教案下载网址 www.cmpedu.com



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

全国高等职业教育规划教材

机 械 制 造 基 础

主 编 徐 宁

参 编 段红萍 苏春锦 张伯楠 吴汝杨

主 审 邱锡荣



机 械 工 业 出 版 社

本书根据职业技术教育的特点,以工作过程为导向,将机床、刀具、夹具、加工工艺等与机械制造相关的知识有机地融合在一起,系统而简明地讲解了将原材料(毛坯)转化为产品的整个制造过程中所涉及的机械加工基本知识。

本书主要内容包括车削加工、铣削加工、孔系加工、磨削加工及精密加工、热加工、齿轮加工、典型零件的加工和现代加工技术简介。

本书是高职高专机械制造类各专业及机电一体化等专业的教学用书,也可作为各类成人高校相关专业的教材,并可供相关专业的工程技术人员参考。

为配合教学,本书配有电子课件,读者可以登录机械工业出版社教材服务网 www.cmpedu.com 免费注册后下载,或联系编辑索取(QQ: 1239258369, 电话 (010) 88379739)。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造基础/徐宁主编. —北京:机械工业出版社, 2012. 1

全国高等职业教育规划教材

ISBN 978-7-111-34389-9

I. ①机… II. ①徐… III. ①机械制造—高等职业教育—教材
IV. ①TH

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第246687号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:吴鸣飞 章承林 版式设计:霍永明

责任校对:张媛 责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2012年2月第1版第1次印刷

184mm×260mm·23.25印张·577千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-34389-9

定价:45.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

全国高等职业教育规划教材机电类专业 委员会成员名单

主 任	吴家礼					
副 主 任	任建伟	张 华	陈剑鹤	韩全立	盛靖琪	谭胜富
委 员	(按姓氏笔画排序)					
	王启洋	王国玉	王晓东	代礼前	史新民	田林红
	龙光涛	任艳君	刘靖华	刘 震	吕 汀	纪静波
	何 伟	吴元凯	张 伟	李长胜	李 宏	李柏青
	李晓宏	李益民	杨士伟	杨华明	杨 欣	杨显宏
	陈文杰	陈志刚	陈黎敏	苑喜军	金卫国	奚小网
	徐 宁	陶亦亦	曹 凤	盛定高	程时甘	韩满林
秘 书 长	胡毓坚					
副秘书长	郝秀凯					

出版说明

根据“教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见”中提出的高等职业院校必须把培养学生动手能力、实践能力和可持续发展能力放在突出的地位,促进学生技能的培养,以及教材内容要紧密结合生产实际,并注意及时跟踪先进技术的发展等指导精神,机械工业出版社组织全国近60所高等职业院校的骨干教师对在2001年出版的“面向21世纪高职高专系列教材”进行了全面的修订和增补,并更名为“全国高等职业教育规划教材”。

本系列教材是由高职高专计算机专业、电子技术专业和机电专业教材编委会分别会同各高职高专院校的一线骨干教师,针对相关专业的课程设置,融合教学中的实践经验,同时吸收高等职业教育改革的成果而编写完成的,具有“定位准确、注重能力、内容创新、结构合理和叙述通俗”的编写特色。在几年的教学实践中,本系列教材获得了较高的评价,并有多品种被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。在修订和增补过程中,除了保持原有特色外,针对课程的不同性质采取了不同的优化措施。其中,核心基础课程的教材在保持扎实的理论基础的同时,增加实训和习题;实践性较强的课程强调理论与实训紧密结合;涉及实用技术的课程则在教材中引入了最新的知识、技术、工艺和方法。同时,根据实际教学的需要对部分课程进行了整合。

归纳起来,本系列教材具有以下特点:

- 1) 围绕培养学生的职业技能这条主线来设计教材的结构、内容和形式。
- 2) 合理安排基础知识和实践知识的比例。基础知识以“必需、够用”为度,强调专业技术应用能力的训练,适当增加实训环节。
- 3) 符合高职学生的学习特点和认知规律。对基本理论和方法的论述容易理解、清晰简洁,多用图表来表达信息;增加相关技术在生产中的应用实例,引导学生主动学习。
- 4) 教材内容紧随技术和经济的发展而更新,及时将新知识、新技术、新工艺和新案例等引入教材。同时注重吸收最新的教学理念,并积极支持新专业的教材建设。
- 5) 注重立体化教材建设。通过主教材、电子教案、配套素材光盘、实训指导和习题及解答等教学资源的有机结合,提高教学服务水平,为高素质技能型人才的培养创造良好的条件。

由于我国高等职业教育改革和发展的速度很快,加之我们的水平和经验有限,因此在教材的编写和出版过程中难免出现问题和错误。我们恳请使用这套教材的师生及时向我们反馈质量信息,以利于我们今后不断提高教材的出版质量,为广大师生提供更多、更适用的教材。

机械工业出版社

前言

“机械制造基础”是机械制造类专业的一门应用性和实践性很强的课程，主要研究金属切削原理、刀具、机床、夹具、常用机械加工方法及机械加工工艺等内容。通过本课程的学习，应使学生掌握和了解金属切削的过程、刀具材料及刀具角度对切削加工的影响、各种机床的基本结构和用途、加工零件的定位和装夹、热处理工艺的安排和作用及各种通用机械设备的加工方法和工艺分析等。学习本课程的目的是使学生能够正确利用各种机械加工设备，完成各类零件的加工制造，并掌握分析问题和解决问题的方法，培养学生的动手能力和创造能力，为今后从事各种机械制造的工作打下良好的基础。

高职高专的教学如何区别于本科教育，教学内容如何选取，采用什么教学方法，如何做到“够用”为度，是高等职业教育课程开发和教学改革的一项重要课题。普通教育与职业教育的主要区别是前者按学科体系教学，而后者按行动体系教学。职业教育的重点是培养学生的职业能力，应该以过程知识为主，以成熟性知识为辅。因此，职业教育要打破学科体系的知识结构，以工作过程为导向，将知识结构重新排序。然而，针对不同行业、不同学校、不同培养对象、不同就业方向等，知识结构可以是多样性的。例如，图 a 所示结构是按加工知识来进行讲解的。这种知识结构讲究知识的系统性和完整性，适合于本科教学不符合职业技术教育的特点。图 b 所示结构是按加工表面进行讲解的。由于在机械加工过程中，同一加工表面可以用不同的加工方法、不同的加工设备来完成，而同一种设备往往又可以加工不同的表面。因此，这种知识结构在教学过程中前后内容经常反复，知识结构有些零乱。

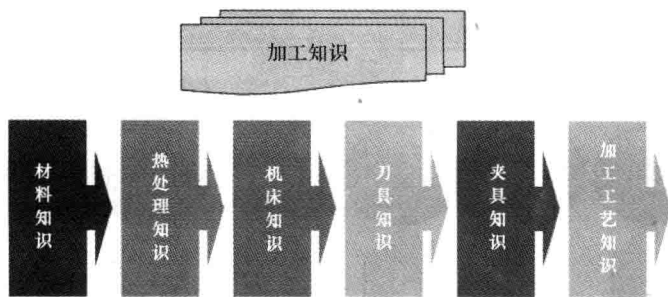


图 a

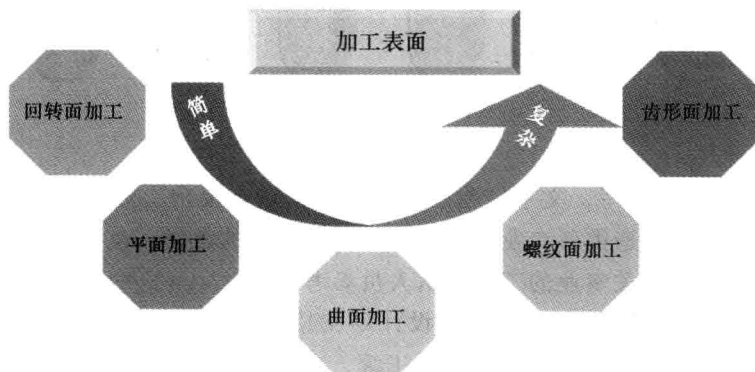


图 b

本书采用如图 c 所示的知识结构,这种知识结构是按工作方法进行讲解的。在配合机械加工、热加工等实践教学的基础上,可以让学生的应用能力得到较好的发挥。

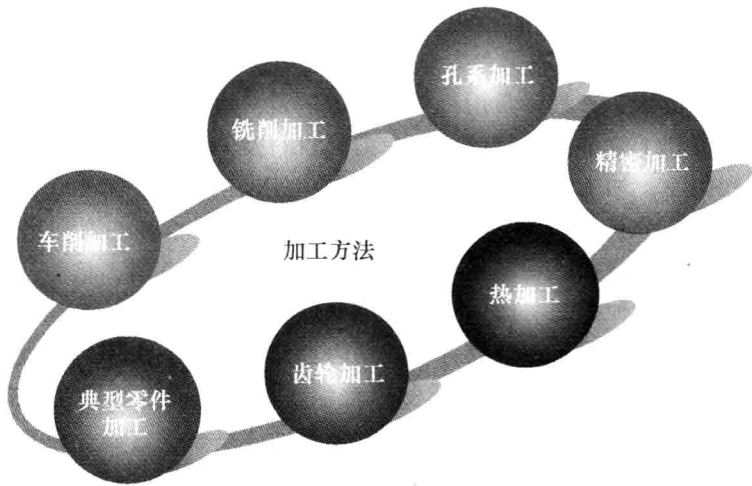


图 c

本书在讲解典型零件加工过程中,还结合实践教学,采取行动导向、任务驱动的教学方法,按照企业的生产过程布置学习任务,按给一张零件加工图样→确定采取的加工方法→制订工艺路线→按图样加工实施→检查加工尺寸→分析产品质量的步骤,实现职业能力培养的资讯、决策、计划、实施、检查和评价(如图 d 所示)。

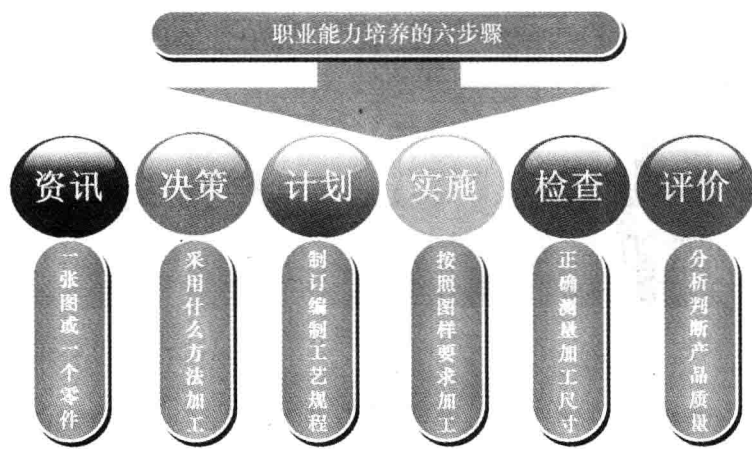


图 d

本书按 60~80 学时编写,文字简明、内容丰富、重点突出、涉及面广、适用性强,可作为高职高专学校机械制造类各专业和机电一体化等专业的教材,也可作为各类成人高校相关专业的教材,并可供有关专业的工程技术人员参考。

本书是福建省教育厅高等职业教育建设计划支持的校企合作、工学结合的特色改革教材。本书由福建信息职业技术学院徐宁担任主编,并负责全书内容的组织、统稿,段红萍、苏春锦、张伯楠、吴汝杨老师参编,台湾高雄应用科技大学副教授邱锡荣博士担任主审。编

写分工如下：绪论、学习情境 2、学习情境 8 由徐宁编写，学习情境 5、学习情境 7 由段红萍编写，学习情境 3、学习情境 6 由苏春锦编写，学习情境 1 由张伯楠编写，学习情境 4 由吴汝杨编写。

编写过程中，我们得到了台湾高雄应用科技大学黄俊钦、许进忠教授的指导，并提出了宝贵意见，在此表示深切的谢意。编写时我们参阅了一些国内外同类书刊，在此一并向有关作者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中不妥之处在所难免，恳请使用本书的读者批评指正。

编 者

目 录

出版说明	
前言	
绪论	1
学习情境 1 车削加工	4
子学习情境 1 金属切削加工基础知识	5
1.1.1 切削运动和切削表面	5
1.1.2 切削用量三要素	6
子学习情境 2 车床	7
1.2.1 金属切削机床的分类和型号	7
1.2.2 车床的结构	10
1.2.3 车床的传动系统	11
1.2.4 其他车床	18
子学习情境 3 车刀	21
1.3.1 车刀的种类和用途	21
1.3.2 车刀的组成与结构	21
1.3.3 刀具的几何角度	23
1.3.4 刀具材料的选用	26
子学习情境 4 金属切削过程的基本规律及其应用	31
1.4.1 金属切削过程	31
1.4.2 切削力和切削功率	34
1.4.3 切削热和切削温度	37
1.4.4 刀具磨损和寿命	38
1.4.5 切削液及其选用	41
1.4.6 刀具几何角度的合理选择	42
1.4.7 切削用量的选择	43
子学习情境 5 车削加工	45
1.5.1 工件的装夹	45
1.5.2 外圆车削	50
1.5.3 内孔车削	52
1.5.4 端面和台阶车削	55
1.5.5 切断和外沟槽的车削	58
1.5.6 圆锥面的车削	61
1.5.7 成形面的车削	63
习题	66
学习情境 2 铣刨加工	68
子学习情境 1 铣床与刨床	70
2.1.1 铣床	70
2.1.2 刨床	74
子学习情境 2 铣刨刀具	78
2.2.1 铣刀的种类	78
2.2.2 铣刀的几何参数	81
2.2.3 铣刀的刃磨	81
2.2.4 铣刀的装夹	83
2.2.5 刨刀	84
子学习情境 3 铣刨夹具	85
2.3.1 工件的装夹	85
2.3.2 机床夹具的作用与分类	86
2.3.3 基准及其分类	88
2.3.4 工件的定位	91
2.3.5 定位元件	93
2.3.6 定位误差分析	102
2.3.7 工件的夹紧	109
子学习情境 4 铣刨加工方法	118
2.4.1 铣削方式	118
2.4.2 铣削要素	120
2.4.3 铣削用量的选择	123
2.4.4 铣削加工	124
2.4.5 刨削加工	129
习题	132
学习情境 3 孔系加工	136
子学习情境 1 钻削加工	136
3.1.1 钻床及钻床附件	136
3.1.2 麻花钻	142
3.1.3 钻削加工工艺	153
子学习情境 2 扩孔、铰孔与攻(套)螺纹	161
3.2.1 扩孔与扩孔钻	161
3.2.2 铰孔与铰孔钻	162
3.2.3 铰孔与铰刀	166
3.2.4 攻(套)螺纹	171

子学习情境3 镗削加工	181	5.2.4 锻件质量与技术检验	255
3.3.1 镗床	182	5.2.5 锻件的成本分析	256
3.3.2 镗刀	183	子学习情境3 焊接	257
3.3.3 镗削加工工艺	184	5.3.1 焊接的特点、分类与应用	257
子学习情境4 孔的拉削加工	188	5.3.2 焊条电弧焊	258
习题	192	5.3.3 其他焊接方法	261
学习情境4 磨削加工及精密加工	194	5.3.4 焊接方法的选择	271
子学习情境1 磨床	195	5.3.5 焊接质量与成本分析	272
4.1.1 外圆磨床	195	5.3.6 焊接结构工艺设计	275
4.1.2 平面磨床	196	子学习情境4 热处理	279
4.1.3 内圆磨床	197	5.4.1 退火与正火	280
4.1.4 无心磨床	197	5.4.2 淬火与回火	282
4.1.5 工具磨床	199	5.4.3 钢的表面热处理与化学热处理	283
子学习情境2 砂轮与砂带	201	5.4.4 常用热处理方法的特点及应用	286
4.2.1 砂轮	201	5.4.5 热处理工艺应用	287
4.2.2 砂带	205	习题	292
子学习情境3 磨削加工方法	206	学习情境6 齿轮加工	295
4.3.1 磨削用量	206	子学习情境1 成形法加工齿轮	296
4.3.2 外圆表面磨削加工方法	207	6.1.1 成形法原理	296
4.3.3 内圆表面磨削加工方法	211	6.1.2 成形齿轮铣刀	296
4.3.4 平面磨削加工方法	214	6.1.3 成形法加工齿轮	297
子学习情境4 精密加工简介	217	子学习情境2 展成法加工齿轮	299
4.4.1 超精加工	217	6.2.1 展成法原理	299
4.4.2 珩磨	218	6.2.2 滚齿机加工齿轮	299
4.4.3 研磨	218	6.2.3 插齿机加工齿轮	304
4.4.4 抛光	219	子学习情境3 齿面精加工	307
4.4.5 刮削	219	6.3.1 剃齿	307
习题	220	6.3.2 珩齿	309
学习情境5 热加工	221	6.3.3 磨齿	311
子学习情境1 铸造	221	6.3.4 齿轮加工方案的选择	313
5.1.1 铸造的特点及分类	221	习题	313
5.1.2 砂型铸造	221	学习情境7 典型零件的加工	314
5.1.3 特种铸造	229	子学习情境1 机械加工工艺规程	314
5.1.4 常用铸造方法的特点及选择	233	7.1.1 生产过程与工艺过程	314
5.1.5 铸造工艺设计	233	7.1.2 机械加工工艺过程的组成	314
5.1.6 铸件结构工艺性	240	7.1.3 生产纲领和生产类型	316
5.1.7 铸造生产常见缺陷	244	7.1.4 机械加工工艺规程的制定	317
子学习情境2 锻压	245	7.1.5 典型表面的加工方案	323
5.2.1 概述	246	7.1.6 工序安排的原则	325
5.2.2 自由锻	247	子学习情境2 轴类零件加工工艺	
5.2.3 模锻	252	分析	326

7.2.1 轴类零件的结构特点、功用 及技术要求	326	8.1.2 数控机床的组成及工作原理	338
7.2.2 轴类零件的材料、热处理及 毛坯	326	8.1.3 数控机床的分类	339
7.2.3 定位基准的选择	326	子学习情境2 特种加工技术	340
7.2.4 工艺路线	326	8.2.1 电火花加工	341
7.2.5 加工工艺过程示例	327	8.2.2 电解加工和电解磨削	343
子学习情境3 箱体类零件加工工 艺分析	328	8.2.3 超声波加工	344
7.3.1 箱体类零件的结构特点及主要 技术要求	328	8.2.4 激光加工	346
7.3.2 箱体类零件的毛坯与材料	328	8.2.5 电子束加工与离子束加工	348
7.3.3 定位基准的选择	329	子学习情境3 快速原型制造技术	351
7.3.4 工艺路线	329	8.3.1 快速原型制造技术的原理	351
7.3.5 加工工艺过程示例	329	8.3.2 快速原型制造技术的特征	351
子学习情境4 套类及轮盘类零件 加工工艺分析	331	8.3.3 快速原型制造技术的典型工艺 方法	352
7.4.1 套类零件机械加工工艺文件的 制订	331	8.3.4 快速原型制造技术的应用	353
7.4.2 轮盘类零件机械加工工艺文件 的制订	333	子学习情境4 高速切削加工技术	353
习题	335	8.4.1 高速切削的概念	354
学习情境8 现代加工技术简介	337	8.4.2 高速切削的优势	354
子学习情境1 数控加工技术	337	8.4.3 高速切削机床	355
8.1.1 数控机床的特点	337	8.4.4 高速切削刀具	356
8.1.2 数控机床的组成及工作原理	338	子学习情境5 先进制造生产模式	357
8.1.3 数控机床的分类	339	8.5.1 敏捷制造	357
子学习情境2 特种加工技术	340	8.5.2 精益生产	358
8.2.1 电火花加工	341	8.5.3 并行工程	359
8.2.2 电解加工和电解磨削	343	习题	361
8.2.3 超声波加工	344	参考文献	362
8.2.4 激光加工	346		
8.2.5 电子束加工与离子束加工	348		

绪 论

1. 机械制造技术概论

机械制造技术是研究产品设计、生产、销售、使用、维修服务乃至回收再生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。随着社会的发展，人们对产品的要求也发生了很大变化，要满足人们越来越高的要求，就必须采用先进的机械制造技术。

当今世界经济发展的趋势表明，制造业是一个国家经济发展的基石，而机械制造业是为国民经济发展和国防建设提供技术装备的基础性产业和支柱产业，是国家工业体系的重要基础。据调查，在工业化国家中，60% ~ 80% 的社会财富和 45% 的国民收入都是由制造业创造的，世界上约有 1/4 的人口从事各种形式的制造活动，高度发达的制造业和先进的制造技术已成为衡量一个国家综合经济实力和科学技术水平的重要指标之一。

机械制造业的发展和进步主要取决于机械制造技术水平的发展的进步。在科学技术飞速发展的今天，现代工业对机械制造技术的要求也越来越高，这也推动了机械制造技术不断向前发展。所以，各发达国家纷纷把先进制造技术列为国家的高新关键技术和优先发展的项目，给予了极大的支持。机械制造技术已成为一个国家在竞争激烈的国际市场上获胜的关键因素。

2. 我国机械制造技术的发展与现状

我国机械工业技术的发展大致经历了四个发展阶段：解放初期，中国是个“一穷二白”的农业大国，工业基础脆弱，以修配为主的机械工业尚未形成独立的制造业，且技术水平很低；20 世纪 50 ~ 60 年代，主要从前苏联、东欧、日本等发达国家引进了一批成套设备，建设了一批机械工业基地，奠定了中国机械工业与机械科技发展的基础；20 世纪 70 年代，由于特定的历史原因，我国工业几乎停滞不前；改革开放后，机械工业技术通过引进、消化、吸收，进入了全方位、多形式、多层次的新的历史时期，中国机械制造业得到迅速崛起。目前我国已有 170 多类产品的产量居世界第一位，2009 年中国制造业在全球制造业总值中所占比例已达 15.6%，成为仅次于美国的全球第二大工业制造国。中国已成为“世界制造中心”和“世界制造基地”。

但是，衡量一个国家制造业水平的高低，不仅要看数量，更要看质量，不仅要看产量，更要看结构。中国的制造业更多的还处于低端水平，多数企业尚处于产业链中低附加值的底部。很显然，处于低端水平、低附加值阶段的中国制造业，其国际竞争力除了劳动力成本之外，并没有其他方面的优势。

进入 21 世纪后，我国提出要从“制造大国”向“制造强国”挺进，要转变经济增长方式，从低端向高端、从低水平向高水平、从低附加值向高附加值转变，由劳动密集型企业向具有自主知识产权和具有人才优势的有竞争力的企业转变。从而推动中国制造业和服务业的进一步发展和壮大。

3. 先进制造业发展趋势

先进制造技术是制造技术的最新发展阶段。它是由传统的制造技术发展起来的，既保持了过去制造技术中的有效要素，又不断吸收各种高新技术成果，并渗透到产品生产的所有领域及其全部过程中。

先进制造技术并不限于制造过程本身，它涉及产品从市场调研、产品开发及工艺设计、生产准备、加工制造、售后服务等产品生命周期的所有内容，并将它们结合成一个有机的整体。先进制造技术的应用，特别注意其产生的实际效果，其目标是为了提高企业竞争和促进国家经济和综合实力的增长，目的是要提高制造业的综合经济效益和社会效益。

近年来，随着科学技术和现代工业的飞速发展，特别是微电子技术、计算机技术、信息技术、材料新技术和新能源技术的迅猛发展，已使机械制造业的各个方面发生了深刻的变革，产生了许多先进制造技术，并从单工序的研究发展到对整个制造系统的研究。当前，在全球范围内，制造技术正朝着自动化、敏捷化、精密化、柔性化和可持续发展的方向发展。

随着国际市场竞争越来越激烈，机电产品的更新周期越来越短，多品种的中小批生产将成为今后生产的主要类型。如何解决中小批生产的自动化问题是摆在我们面前的一个突出问题。因此，以解决中小批生产自动化为主要目标的柔性制造技术越来越受到重视，如计算机数控技术（CNC）、计算机辅助工艺设计（CAPP）、柔性制造系统（FMS）、计算机集成制造系统（CIMS）等的应用越来越广泛，使整个生产过程在计算机控制下，不仅实现自动化，而且实现柔性化、智能化、集成化，使产品质量和生产率大大提高，生产周期缩短，产生了很好的经济效益。

另一方面，快速原型制造技术（RPM）、虚拟制造技术（VM），使产品开发周期大大缩短。而精益生产（LP）、敏捷制造（AM）、并行工程（CE）等先进制造生产管理模式，进一步提高了生产的效益和对市场的反应速度。

加工制造正在向超精密加工的方向进一步发展。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达到 $0.001\mu\text{m}$ ，即纳米（nm）级，促使加工精度由亚微米级向纳米级发展。现代制造工艺采用高精密加工、精细加工、微细加工、微型机械和微米/纳米技术、激光加工技术、电磁加工技术、超塑加工技术以及复合加工技术等新型加工方法。发展高速切削、强力切削，提高切削加工效率也是机械加工制造技术发展的一种趋势。而要实现高速切削与强力切削，关键是要具有与之相适应的机床和切削工具。而切削速度由于像陶瓷、聚晶金刚石（PCD）、聚晶立方氮化硼（PCBN）等超硬刀具材料的普及应用，也将达到每分钟数千米。目前数控车床的主轴转速已达 32000r/min ，铣削加工中心的主轴转速已达 60000r/min 以上，磨削速度普遍已达 $80\sim 120\text{m/s}$ ，高的已达 $200\sim 250\text{m/s}$ 。

掌握先进制造技术，在未来的科技竞争中具有重要意义，也是一个国家制造水平的重要标志。要实现超精密加工和高速、强力切削，必须具有与之相适应的加工设备、工具、仪器以及加工环境与检测技术。

4. 本课程的性质和研究对象

本课程是机械类专业的一门主干技术基础课。

机械制造是利用各种机械设备，将原材料（毛坯）转化为产品的过程。机械制造工艺常分为热加工工艺（铸造、锻造、焊接、热处理等）和冷加工工艺（金属切削加工）。它们能够直接改变零件（毛坯）的形状、尺寸、相对位置 and 材料性能，使之成为成品或半成品。本课程研究的对象主要包括：金属切削机床、金属切削原理及刀具、机床夹具和机械加工工

艺。其基本内容包括：

1) 金属切削机床的分类、编号，典型通用机床的工作原理、传动分析、结构特点及工艺范围。

2) 金属切削过程的基本理论、基本规律及金属切削刀具的基本知识。

3) 机床夹具的基本知识，零件的定位原理和装夹方法。

4) 机械制造工艺规程制订的基本理论和基本知识。

5) 机械制造热加工工艺及基本知识。

6) 机械制造冷加工工艺及基本知识。

7) 机械加工的加工质量分析。

8) 先进制造技术简介。

5. 本课程的特点与要求

(1) 实践性强 本课程的学习内容与生产实际的联系十分紧密，只有在实践过程中学习才能较深入地理解和掌握。学习本课程，必须重视实践环节，即通过实验、实习、设计及工厂调研来更好地体会和加深理解，积累经验。

(2) 涉及面广 本课程包含了“金属切削机床”、“金属切削原理及刀具”、“机床夹具”和“机械加工工艺”等多门课程的知识。因此，学习本课程时，要做到融会贯通，综合应用所学知识。

(3) 灵活性大 本课程的工艺理论与工艺方法的应用具有很大的灵活性，特别是工艺方法，它不是一成不变的，在不同的企业、不同的条件甚至在相同的条件下，同一零件可以有不同的加工方法。因此，必须学会灵活应用知识，根据具体情况进行分析。

通过本课程的学习，要求学生获得机械制造最基本的专业知识和技能，掌握金属切削的基本原理和基本知识，掌握机械加工基本知识，能正确选择加工方法与机床、刀具、夹具及加工参数，正确掌握零件几何尺寸精度的国家标准和表面粗糙度标准及选用，具备制订机械加工工艺规程的基本能力，了解现代特种加工技术和先进制造技术的发展概况。

学习情境1 车削加工

1. 车削加工的应用

车削加工是最为广泛的切削加工方法之一，其基本内容有车外圆、车端面、切断或车槽、钻中心孔、车孔、铰孔、车螺纹、车圆锥面、车成形面、滚花和盘绕弹簧等，如图 1-1 所示。这些被加工工件的共同特点是都带有旋转表面。一般来说，机器中带旋转表面的零件所占的比例是很大的。因此，车削加工在机器制造工业中的应用非常普遍，车削加工的地位十分重要。

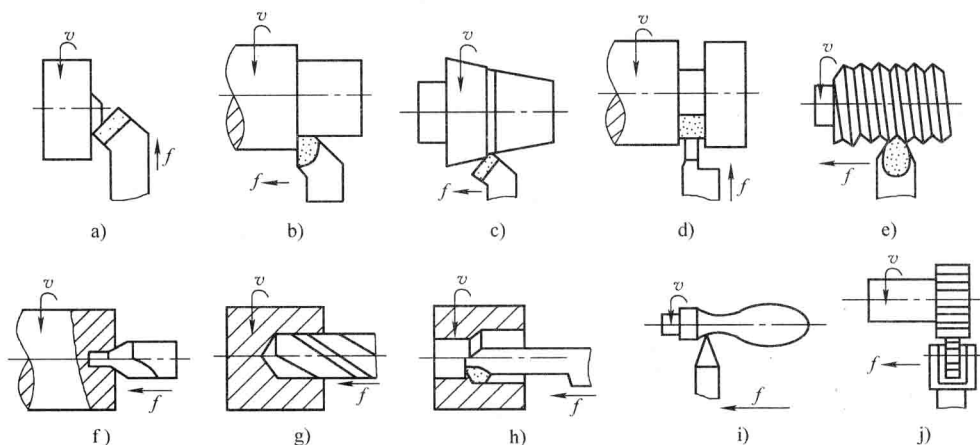


图 1-1 车削加工的应用

a) 车端面 b) 车外圆 c) 车圆锥 d) 切槽或切断 e) 车螺纹
f) 钻中心孔 g) 钻孔 h) 铰孔 i) 车成形面 j) 滚花

2. 车削加工的特点

车削的工艺特点：

1) 容易保证工件各加工面的位置精度。对于轴、套、盘等回转类零件，由于回转类零件各加工表面具有同一回转轴线，并与车床主轴的回转轴线重合，可在一次装夹中加工出不同直径的外圆、内孔和端面，所以可以保证各加工面之间的同轴度和垂直度。

2) 加工范围广。只要能在车床上装夹的工件，其回转面均可加工。由于车床附件较多，可满足大多数工件的加工需求；车削的精度范围较大，可获得低、中和较高的加工精度；适用于加工各种金属材料和非金属材料，如钢、铸铁、有色金属、有机玻璃、橡胶等。对于淬硬钢和硬度在 50HRC 以上的材料，可用新型硬质合金、立方氮化硼或金刚石车刀车削；车削适用于各种批量工件的生产。

3) 生产率较高。大多数车削过程是连续的，切削面积不变（毛坯余量均匀），切削力变化较小，切削过程平稳，刀杆刚性较好。因此，车削过程可采用较大的切削用量，例如高速切削和强力切削等。一把车刀可适应不同尺寸的回转表面，生产准备工作简单；车刀制造、刃磨和装夹很方便，便于按加工要求选用合理角度。

4) 车孔时, 工件上孔的轴线必须与主轴回转中心相重合, 才能加工。当被加工孔的轴线与工件外形的对称中心不重合时, 装夹及找正工件很费时间。尤其是工件上有很多孔分布在不同位置时, 在车床上加工这些孔就更困难。

子学习情境 1 金属切削加工基础知识

切削加工过程中, 多种因素影响切削过程的进行, 了解切削加工的基础知识将有利于保证切削加工质量, 提高生产率, 降低生产成本。

1.1.1 切削运动和切削表面

1. 切削运动

切削运动是指切削过程中刀具相对于工件的运动。各种切削加工中的切削运动按其作用可以分为主运动和进给运动, 如图 1-2 所示。

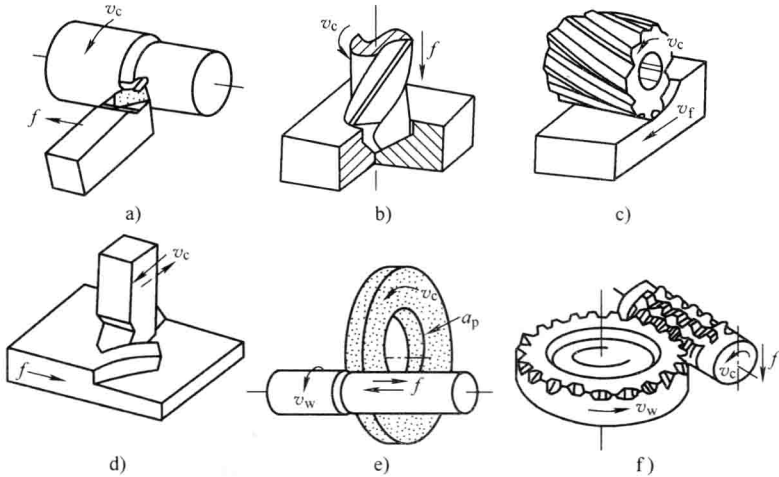


图 1-2 机械加工中的切削运动

a) 车削 b) 钻削 c) 铣削 d) 刨削 e) 磨削 f) 滚齿

(1) 主运动 主运动是指切削金属、形成加工表面所必需的运动。一般, 主运动是切削运动中速度最高、消耗功率最大的运动, 机床的主运动只有一个。主运动可以由工件或刀具完成, 其形式可以是直线运动或旋转运动。

(2) 进给运动 进给运动是指主运动能够依次或连续地切除工件上多余的金属, 以形成全部已加工表面的运动。进给运动可以由刀具完成 (如车削、钻削等), 也可以由工件完成 (如铣削、磨削等); 可以是连续的 (如车削、钻削等), 也可以是间歇的 (如刨削)。进给运动的速度很低, 消耗的功率一般比主运动要小。

2. 工件上的加工表面

切削时, 工件上的金属层不断地被刀具切除, 从而在工件上形成三个不断变化着的表面, 如图 1-3 所示。

(1) 待加工表面 即将被切除的表面。

(2) 已加工表面 工件上经刀具切削后产生的表面。

(3) 加工表面 刀具正在切削的表面，介于已加工表面和待加工表面之间。

在切削时，刀具切过工件的一个单程所切除的工件材料层称为切削层。图 1-3 中，工件旋转一周的时间，刀具正好从位置 I 移到位置 II，切下 I 与 II 之间的工件材料层。四边形 ABCD 称为切削层公称横截面积。切削层实际横截面积是四边形 ABCE。△AED 为残留在已加工表面上的横截面积。

1.1.2 切削用量三要素

切削用量是用来描述金属切削量和切削运动的参数，它包括切削速度、进给量和背吃刀量（亦称切削深度）。合理选择切削用量与提高加工质量和生产率有着密切的关系。

1. 切削速度 v_c

切削刃上选定点在主运动方向上相对于工件的瞬时速度，称为切削速度，单位为 m/s 或 m/min。若主运动为旋转运动，切削速度为其最大的线速度，即

$$v_c = \pi d n / 1000 \tag{1-1}$$

式中 v_c ——切削速度 (m/min)；

d ——待加工表面直径或刀具的直径 (mm)；

n ——工件或刀具转速 (r/min)。

若主运动为往复直线运动（例如刨削、插削），则以其平均速度作为切削速度，即

$$v_c = 2 L n_r / 1000$$

式中 v_c ——切削速度 (m/min)；

L ——刀具或工件作往复直线运动的行程长度 (mm)；

n_r ——刀具或工件每分钟往复次数 [dstr/min (双行程/min)]。

2. 进给量 f

在进给运动方向上，刀具相对于工件的位移量，称为进给量，用刀具或工件每转或每行程的位移量来表述和度量。车削时，进给量 f 为工件每转一转车刀沿进给运动方向移动的距离；刨削时，进给量 f 为刨刀（或工件）每往复一次工件（或刨刀）沿进给运动方向移动的距离。

进给量又可用进给速度 v_f 来表示， v_f 指切削刃选定点相对工件进给运动的瞬时速度，单位为 mm/s 或 mm/min。车削时进给运动速度为

$$v_f = n f \tag{1-2}$$

3. 背吃刀量 a_p

每次进给刀具切入工件的深度，称为背吃刀量，单位为 mm。对于车外圆（图 1-3）来说，则有

$$a_p = (d_w - d_m) / 2 \tag{1-3}$$

对于钻孔工作，则有

$$a_p = d_m / 2$$

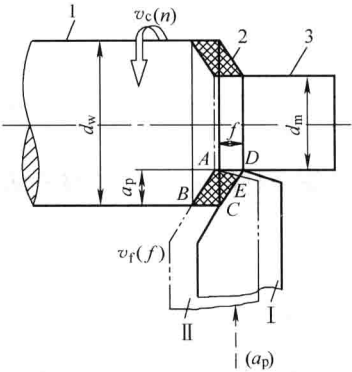


图 1-3 车削运动的加工表面和切削层
1—待加工表面 2—加工表面 3—已加工表面