

21 世纪高等职业教育
机械专业基础规划教材

机械制造技术

苏 珉 主编

诚邀教授名家执笔

引入工程实践环节

强调教材整体配合

重点图例汇集成册

强调练习
与实践相结合
免费提供
电子教案、课件
和习题答案

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

教育部《中等职业学校教学大纲》
《机械制图》《机械基础》《机械识图》

机械制造技术

王 强 主编

机械工业出版社

机械工业出版社

机械工业出版社

机械工业出版社

机械工业出版社

21 世纪高等职业教育机械专业基础规划教材

机械制造技术

苏 珉 主编

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制造技术 / 苏珉主编. —北京: 人民邮电出版社, 2006.5

21 世纪高等职业教育机械专业基础规划教材

ISBN 7-115-14586-5

I. 机... II. 苏... III. 机械制造工艺—高等学校: 技术学校—教材 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 018118 号

内 容 提 要

本书为高等职业院校机电类专业的基础教材。

全书共分四大部分。第一部分为刀具 (第 1 章至第 5 章), 介绍了几种常用刀具的类型和用途, 各自的切削原理和刀具的使用等内容; 第二部分为夹具 (第 6 章至第 10 章), 介绍了工件的定位及夹紧, 各种普通机床夹具的使用等内容; 第三部分为金属切削机床 (第 11 章至第 15 章), 主要介绍了机床运动分析, 常用的几种普通机床的类型和用途; 第四部分为金属切削原理 (第 16 章至第 21 章), 主要介绍了基本概念、刀具材料、切削变形、切削力, 切削热及切削温度、刀具几何参数的合理选择等内容。

本书可作为高等职业院校及成人高校专业教材, 也可供普通高校、中专等近机制专业师生及相关工程技术人员参考。

21 世纪高等职业教育机械专业基础规划教材

机械制造技术

◆ 主 编 苏 珉

责任编辑 杨 堃

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京铭成印刷有限公司印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 20.5

字数: 485 千字

2006 年 5 月第 1 版

印数: 1—3 000 册

2006 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-14586-5/TN · 2747

定价: 27.00 元

读者服务热线: (010) 67170985 印装质量热线: (010) 67129223

21 世纪高等职业教育机械专业基础规划教材

编审委员会

主 任： 翁其金 王其昌 李迈强

副 主 任： 刘亚琴 邱国庆 钱泉森 陈洪涛 虞建中
向 伟

委 员： (排名不分先后)

马西秦	邓志久	朱江峰	胡照海	周 虹
徐志扬	宋文学	贾崇田	刘战术	朱登洁
朱国平	唐 健	廖兆荣	首 珩	朱光力
蔡冬根	苏 珉	张光明	林海岚	罗学科
李 奇	张志鸣	周明湘	李名望	王浩钢
刘向东	瞿川钰	朱国平	窦 凯	杨好学
迟之鑫	王春海	刘小群	孟 奎	余少玲
郑 金	陈福安	左文钢	王泽中	陈智刚
黎 震	张国文	赵先仲	蔡向朝	陈加明
丁学恭	黄 海	杨化书		

执行编委 杨 堃 蔡冬根 王浩钢 林海岚 李 奇

审读主任 张岐生 彭炎荣 段来根 李 华

前 言

在当今世界上,高度发达的制造业和先进的制造技术已经成为衡量一个国家综合经济实力和科技水平的最重要标志之一,成为一个国家在竞争激烈的国际市场上获胜的关键因素。目前,中国制造业已跻身世界第四位,中国已成为制造业大国,但尚不是制造业强国。中共十六大明确提出:“用高新技术和先进适用技术改造传统产业,大力振兴装备制造业。”当前,要从制造大国走向制造强国,必须优先发展先进制造业。这就要求,必须大力发展以数控技术为主的先进制造技术,提高模具设计制造水平,提升计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)的技术水平。

自改革开放以来,到目前为止制造业在中国国民经济中的比重已占到45%,制造业部门成为GDP增长的主要支撑力量。无论从制造业占国民生产总值和财政收入的比重来讲,还是从扩大就业、保持社会稳定来讲,我们都可以肯定地说,至少在21世纪前50年制造业仍然是我国国民经济增长的主要源泉。

制造业要发展,人才是关键。尽快拥有一批高技能人才和高素质劳动者,是先进制造业实现技术创新和技术升级的迫切要求,高等职业教育担负着培养高技能人才的根本任务。中国打造“世界工厂”,为中国高等职业教育的发展提供了难得的机遇和艰巨的挑战。

为顺应中国制造业的深层次发展和现代设计方法、数控技术的广泛应用,人民邮电出版社组织全国知名专家,经过与现代数控、模具生产制造企业技术人员的反复研讨,编写了适合当前技术改革、紧跟技术发展的相关高等职业学校教材,包括数控技术规划教材、模具设计与制造技术规划教材、机械专业基础规划教材、计算机辅助设计与制造技术规划教材四个系列,系列之间紧密联系、相辅相成。

四个系列教材均以高等职业教学中的实际技能要求为主旨,内容简明扼要,突出重点。编写方法上注重发挥实例教学的优势,引入众多生产应用实例和操作实训题,便于读者对全书内容的融会贯通,加深理解。其特色主要有如下几点:

1. 教材的重点实例全部编入图册,形成全套教材的整体配合。图册既可以作为全套教材的总结,又可以作为工程实例中的模板。既可以使学生们在三年的学习之后,通过图册加以回顾;又可以在工作中,通过对已学实例加以修改完成工程项目要求。
2. 教材的例图尽量使用当前常用的新图,尽量贴近工程。
3. 辅助设计的教材全部采用“案例教学”的教学方法,并且设计了软件学会之后与工程实践相结合的实践教程(实践教程配有视频教学光盘)。
4. 采用螺旋结构、分四层逐级深入的教学方法,形成各系列教材的整体配合。
5. 课程的整体设计上,特别强调与工程实践的联系。各系列中最后的几门课程,尽量联系到当代工程的实例,使学生们在学习了一定的知识、掌握了相关的技能后,能够应用于工程中。

四个系列的教材分别适合于高职高专院校机械类专业的数控、模具、基础和辅助设计的

课程教学，也可选作数控、模具技能培训教材或从事数控加工和模具设计的广大工程技术人员的参考书。

我们衷心希望,全国关心高等职业教育的广大读者能够对教材的不当之处给予批评指正,来信请发至 yangkun@ptpress.com.cn 。

21 世纪高等职业教育机械专业基础规划教材编写委员会

编者的话

本书是为适应高等职业院校的《数控技术应用》、《模具设计》、《机械制造工艺及其设备》等专业的教学需要,根据原教育部颁布的高等工业专科学校《机械制造工艺及其设备专业教学计划》和原机械工业部推荐的《金属切削原理与刀具》、《金属切削机床与夹具》等教学大纲的要求编写的。

本书根据对零件进行加工并达到设计要求的实质,把刀具(用于切除金属层的机具)、夹具(把零件进行固定,并使刀具与工件有正确的相对位置)应用于各种广泛使用的机床,注重提高产品的经济性,采用合理选用切削用量这样一条主线,把书中四部分内容有机地结合起来组织教材内容。在编写过程中注意淡化理论推导,强化直接使用理论或技术进行实际的应用及操作。

本书的编写依照少而精的原则,理论联系实际,并力求体现出高职院校为培养应用型人才的教学特色。

本书的主要特点是,针对性强、概念清晰;重视学生应用能力的培养,反映新技术新成就,各章之后都附有一定的习题及思考题,以便学生巩固知识和进行练习。

本书由苏珉主编,负责全书的统稿工作,并负责编写第1章至第5章,以及第11章至第15章;蒲亨前编写第16章至第21章;邹俊编写第6章至第10章。

本书编写过程中,得到各有关院校、科研单位和工厂的大力支持,在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限,诚恳地希望读者对本书提出宝贵意见。

目 录

第1章 车刀	1
1.1 硬质合金焊接车刀	2
1.2 机夹车刀	3
1.2.1 上压式机夹车刀	4
1.2.2 侧压式机夹车刀	4
1.3 可转位车刀	5
1.3.1 可转位车刀的特点	5
1.3.2 刀片的选择	5
1.3.3 可转位车刀的结构	6
1.3.4 可转位车刀的使用技术	8
习题	9
第2章 成型车刀	10
2.1 成型车刀的种类和用途	10
2.2 成型车刀的前角和后角	11
2.2.1 前角、后角的表示和形成	11
2.2.2 成型车刀各点前角和后角的变化	12
2.2.3 成型车刀主剖面后角	12
2.2.4 成型车刀前角和后角的选择	13
2.3 成型车刀几何形状的误差分析	14
2.3.1 成型车刀加工一般零件时的误差分析	14
2.3.2 成型车刀加工圆锥零件时的误差分析	15
2.4 成型车刀的使用	16
2.4.1 成型车刀的装夹	16
2.4.2 成型车刀切削用量的选择	17
2.4.3 成型车刀的重磨	18
习题	18
第3章 铣刀	19
3.1 铣刀的种类和用途	19
3.1.1 按铣刀的用途分类	19
3.1.2 按铣刀齿背形状分类	20
3.2 铣刀的几何参数和铣削要素	21
3.2.1 铣刀的几何参数	21
3.2.2 铣削要素	22

3.3 铣削方式	24
3.3.1 逆铣和顺铣	24
3.3.2 对称铣削和不对称铣削	25
3.4 铣刀的结构	26
3.4.1 尖齿铣刀的结构特点和应用范围	26
3.4.2 硬质合金端铣刀	28
3.4.3 硬质合金端铣刀和机床主轴的连接	30
3.5 铣刀的改进	31
习题	31
第4章 拉刀	33
4.1 拉刀的结构和类型	33
4.1.1 拉削的特点	33
4.1.2 拉刀的种类和用途	34
4.2 拉刀的组成和几何参数	35
4.2.1 拉刀的组成	35
4.2.2 拉刀的几何参数	36
4.3 拉削方式	37
4.3.1 分层拉削方式	37
4.3.2 轮切拉削方式	38
4.3.3 综合轮切式	38
4.4 拉削表面缺陷和解决方法	39
4.5 拉刀的使用	40
4.5.1 拉刀的合理使用	40
4.5.2 拉刀的修复	41
4.5.3 拉刀的刃磨	41
4.6 花键拉刀和键槽拉刀	42
4.6.1 花键拉刀	42
4.6.2 键槽拉刀	43
习题	44
第5章 齿轮刀具	45
5.1 齿轮刀具的种类	45
5.1.1 成型法齿轮刀具	45
5.1.2 展成法齿轮刀具	46
5.2 齿轮滚刀的合理使用	46
5.2.1 齿轮滚刀的工作原理	46
5.2.2 滚刀的基本蜗杆	47
5.2.3 齿轮滚刀的结构和主要参数	48
5.2.4 齿轮滚刀的使用	49
5.3 蜗轮滚刀	51

5.3.1 蜗轮滚刀的工作原理和进给方式	51
5.3.2 蜗轮滚刀的结构	52
5.4 插齿刀	53
5.4.1 插齿刀的工作原理和用途	53
5.4.2 插齿刀的几何角度	54
5.4.3 正前角插齿刀的齿形误差和修正方法	55
5.4.4 插齿刀的使用	55
习题	57
第 6 章 工件的定位	58
6.1 概述	58
6.1.1 机床夹具的定义和组成	58
6.1.2 机床夹具的作用	59
6.1.3 机床夹具的分类	60
6.1.4 基准的概念	61
6.2 六点定位原则	62
6.3 典型表面的定位及其基准误差	68
6.4 定位误差的分析和计算	74
6.4.1 定位误差产生的原因	74
6.4.2 定位误差的计算方法	77
6.4.3 定位误差的综合分析和计算实例	77
习题	78
第 7 章 工件的夹紧	80
7.1 夹紧装置的组成和要求	80
7.1.1 夹紧装置的组成	80
7.1.2 夹紧装置的基本要求	81
7.2 夹紧力的确定	81
7.2.1 夹紧力的方向	81
7.2.2 夹紧力的作用点	82
7.3 基本夹紧机构	83
7.3.1 斜楔夹紧机构	83
7.3.2 螺旋夹紧机构	85
7.3.3 偏心夹紧机构	90
7.4 联动夹紧机构	94
7.4.1 单件联动夹紧机构	94
7.4.2 多件联动夹紧机构	94
7.4.3 夹紧和其他动作联动	96
习题	97
第 8 章 各类普通机床夹具	100
8.1 车床夹具	100

8.1.1 车床夹具的主要类型	100
8.1.2 车床专用夹具的典型结构	100
8.1.3 车床夹具的设计要点	103
8.2 铣床夹具	106
8.2.1 铣床夹具的主要类型	106
8.2.2 铣床夹具的设计要点	110
8.3 镗床夹具	114
8.3.1 镗床夹具的特点和组成	114
8.3.2 镗模导向装置的布置方式和特点	115
8.4 钻床夹具	117
8.4.1 钻床夹具的主要类型	117
8.4.2 钻床夹具的设计特点	121
习题	126
第9章 其他机床夹具	128
9.1 现代机床夹具的发展方向	128
9.2 可调夹具	128
9.2.1 概述	128
9.2.2 通用可调夹具	129
9.2.3 成组夹具	129
9.3 组合夹具	130
9.3.1 组合夹具的工作原理和特点	131
9.3.2 组合夹具系统、系列和元件	132
9.3.3 组合夹具的元件组成	132
9.4 随行夹具	136
9.4.1 固定夹具	136
9.4.2 随行夹具	136
9.5 自动化夹具	138
9.6 数控机床夹具	139
习题	146
第10章 专用机床夹具的设计方法	147
10.1 夹具设计的基本原则和要求	147
10.2 夹具的设计步骤	147
10.3 机床夹具设计举例	149
10.3.1 机床夹具设计举例(1)	149
10.3.2 机床夹具设计举例(2)	152
10.4 机床夹具计算机辅助设计简介	156
10.4.1 概述	156
10.4.2 机床夹具计算机辅助设计的基本过程	156
习题	157

第 11 章 机床的运动分析	158
11.1 工件的表面成型运动	158
11.1.1 工件表面的形状	158
11.1.2 工件表面的形成方法	158
11.1.3 发生线的形成方法	160
11.2 机床的运动	162
11.3 机床的传动联系和传动原理图	164
11.3.1 机床传动的组成	164
11.3.2 机床的传动联系和传动链	164
11.3.3 机床的传动原理图	165
11.4 机床的传动系统和计算	167
习题	169
第 12 章 车床	171
12.1 卧式车床的工艺范围	171
12.1.1 卧式车床的工艺范围和运动	171
12.1.2 卧式车床的组成部件	171
12.1.3 卧式车床的主参数	172
12.2 卧式车床的传动系统	174
12.2.1 卧式车床的运动传动链	174
12.2.2 卧式车床的螺纹进给传动链	175
12.2.3 卧式车床的纵向和横向进给传动链	179
12.2.4 卧式车床的刀架快速移动传动链	181
12.3 卧式车床的结构	181
12.3.1 主轴箱	181
12.3.2 溜板箱	186
12.4 其他类型车床	189
12.4.1 转塔、回轮车床	189
12.4.2 立式车床	191
12.4.3 各种车床性能比较	192
习题	193
第 13 章 磨床	194
13.1 外圆磨床及其运动特点	194
13.1.1 机床的用途、结构及其运动	194
13.1.2 机床的传动	195
13.1.3 主要部件的结构	197
13.2 其他类型磨床	199
13.2.1 普通外圆磨床	199
13.2.2 无心外圆磨床	199
13.2.3 内圆磨床	201

13.2.4 平面磨床	203
习题	204
第 14 章 齿轮加工机床	206
14.1 概述	206
14.1.1 齿轮加工机床的加工原理	206
14.1.2 齿轮加工机床的类型	207
14.2 滚齿机	207
14.2.1 滚齿原理	207
14.2.2 Y3150E 型滚齿机传动系统及其调整计算	212
14.2.3 滚刀安装角及调整	217
14.3 插齿机床	218
14.3.1 插齿原理	218
14.3.2 插齿机的运动	219
14.3.3 插齿机的传动原理	220
习题	221
第 15 章 铣镗类机床	223
15.1 铣床的功用和特性	223
15.1.1 升降台式铣床	223
15.1.2 龙门铣床	225
15.1.3 圆台铣床	225
15.2 镗床的类型	226
15.2.1 卧式铣镗床	226
15.2.2 坐标镗床	228
习题	232
第 16 章 切削原理基本知识	233
16.1 切削运动和形成的表面	233
16.1.1 切削运动	233
16.1.2 工件上形成的表面	234
16.2 刀具切削部分的组成和定义	234
16.3 切削要素和切削层参数	237
16.3.1 切削用量三要素	237
16.3.2 切削层参数	238
16.3.3 自由切削和非自由切削	239
16.3.4 正切屑和倒切屑	239
习题	240
第 17 章 刀具材料	241
17.1 对刀具材料的基本要求	241
17.2 工具钢	242
17.2.1 碳素工具钢	242

17.2.2 合金工具钢	242
17.2.3 高速钢	243
17.3 硬质合金	244
17.3.1 硬质合金的种类和牌号	245
17.3.2 硬质合金的成分和性能	245
17.3.3 硬质合金的选用	246
17.3.4 新型硬质合金	248
17.4 其他刀具材料	248
17.4.1 陶瓷	248
17.4.2 超硬刀具材料	249
习题	249
第 18 章 刀具的失效和耐用度	250
18.1 刀具的磨损形式、过程和磨钝标准	250
18.1.1 磨损形式	250
18.1.2 刀具的磨损过程和磨钝标准	251
18.2 刀具磨损的原因	252
18.3 刀具耐用度和经验公式	255
18.3.1 刀具耐用度	255
18.3.2 切削用量和刀具耐用度关系的经验公式	255
18.3.3 提高刀具耐用度的措施	257
18.4 刀具的破损	258
18.4.1 刀具破损的主要形式	258
18.4.2 减少或防止刀具破损的措施	259
习题	259
第 19 章 刀具几何参数的合理选择	260
19.1 前角和前刀面的选择	260
19.1.1 前角的功用和合理选择	260
19.1.2 前刀面的形式和选择	262
19.2 后角和后刀面的选择	263
19.2.1 后角的功用和选择	263
19.2.2 后刀面的形式和选择	265
19.3 主偏角和副偏角的选择	266
19.3.1 主偏角的功用和选择	266
19.3.2 副偏角的功用和选择	267
19.4 斜角切削和刃倾角的选择	267
19.4.1 斜角切削时的实际切削角度	267
19.4.2 刃倾角的功用和选择	269
19.5 刀具几何参数选择的综合分析	270
19.5.1 75° 大切深强力车刀	270

19.5.2 银白屑车刀	271
习题	272
第 20 章 切削变形	274
20.1 金属切削变形基本知识	274
20.1.1 切屑形成的典型模型	274
20.1.2 切削过程中的三个变形区	274
20.1.3 切屑种类及其度量方法	276
20.1.4 积屑瘤	277
20.1.5 加工硬化和残余应力	279
20.2 影响切屑变形的因素	281
20.2.1 工件材料对切屑变形的影响	281
20.2.2 刀具前角对切屑变形的影响	282
20.2.3 切削厚度对切屑变形的影响	282
20.2.4 切削速度对切屑变形的影响	283
20.2.5 切屑的卷曲和折断	283
20.3 切削力	286
20.3.1 切削力的来源	286
20.3.2 切削合力和分力	286
20.3.3 切削功率	287
20.3.4 影响切削力的主要因素	288
20.3.5 影响切削力的其他因素	293
20.4 切削力的计算和应用	293
20.4.1 切削力的指数公式	293
20.4.2 单位切削力和单位切削功率	296
20.4.3 切削力和切削功率的计算举例	296
习题	297
第 21 章 切削热和切削温度	299
21.1 切削热的产生	299
21.1.1 切削热的产生	299
21.1.2 切削热的传出	300
21.2 测量切削温度的方法	301
21.2.1 自然热电偶法	301
21.2.2 人工热电偶法	302
21.3 影响切削温度的主要因素	303
21.3.1 切削温度对刀具和工件的影响	304
21.3.2 影响切削温度的主要因素	305
习题	310

第 1 章

车 刀

在各类金属切削机床中，数量最多的是车床，因此，车刀是金属切削刀具中应用最广的刀具。车刀用于各种车床上，可加工外圆、内孔、端面、螺纹，也用于切槽和切断等。车刀的主要类型如图 1.1 所示。

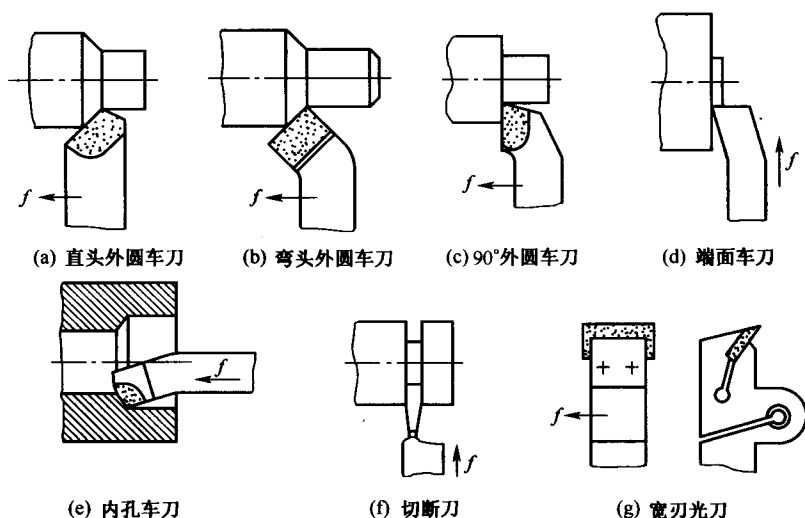


图 1.1 常用车刀种类

外圆车刀用于加工外圆柱和外圆锥表面，它分直头（如图 1.1 (a) 所示）和弯头（如图 1.1 (b) 所示）两种，弯头外圆车刀通用性较好，可以车削外圆、端面和倒棱，所以得到广泛应用。

外圆车刀又分为粗车刀、精车刀和宽刃光刀。精车刀刀尖圆弧半径较大，可获得较小的残留面积。宽刃光刀（如图 1.1 (g) 所示）用于低速大进给量精车。

当外圆车刀的主偏角为 $\kappa_r=90^\circ$ 时（如图 1.1 (c) 所示），可用于车削阶梯轴、轴肩、端面及刚度低的细长轴。

端面车刀（如图 1.1 (d) 所示）用于车削垂直于轴线的平面，它工作时采用横向进给。

内孔车刀（如图 1.1 (e) 所示）用于车圆孔，其工作条件比外圆车刀差，这是由于内孔车刀的刀杆悬伸长度和刀杆截面尺寸都受孔的尺寸限制，当伸出较长，而刀杆截面较小时，刚度低，易振动，只能承受较小的切削力。

切断刀（如图 1.1 (f) 所示）用于从棒料上切下已加工好的零件，或切断较小直径的棒料，也可以切窄槽。切断刀切削部分很薄，强度差，排屑不畅时极易折断，所以要特别注意刃形和几何参数的合理性。