

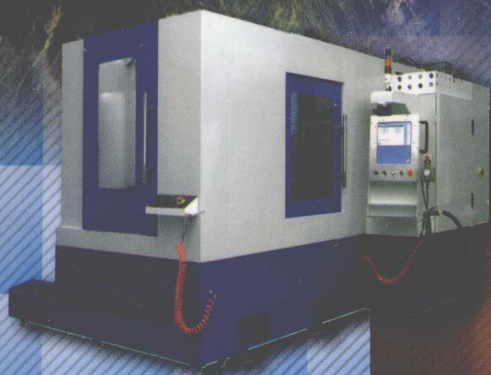


中国电子教育学会推荐教材
全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列

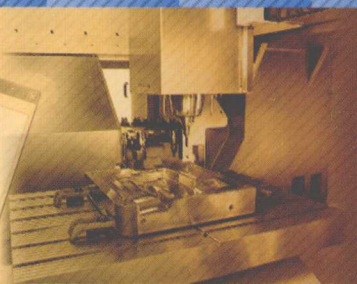
计算机辅助制造

◎ 吴家福 主编

◎ 赵传彬 占刚 副主编



- CAD/CAM系统的组成
- CAD/CAM常用软件
- 数控机床的编程方法
- 数控加工工艺分析
- 数控机床的CAD/CAM编程步骤
- UG几何建模
- MasterCAM几何建模
- UG和MasterCAM数控加工及后置处理
- 数控机床数控系统
- DNC加工
- ◆ 平面样板
- ◆ 心轴
- ◆ 平板零件
- ◆ 三维五角星
- ◆ 烟灰缸
- ◆ 旋扭开关
- ◆ 手柄
- ◆ 冷冲模凹模等
- 塑料碗模具零件的建模与加工



- ◆ 按照“突出实用、工作导向、重实操、理论够用”的原则构建本课程
- ◆ 提供4个案例和22个实训项目，使学生快速掌握应用软件加工零件的职业技能
- ◆ 配有职业导航、教学导航和知识梳理与总结，有利于高效率学习
- ◆ 提供电子教学课件、项目操作视频、案例及实训项目源文件及习题参考答案，以方便教学



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

中国电子教育学会推荐教材
全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列

计算机辅助制造

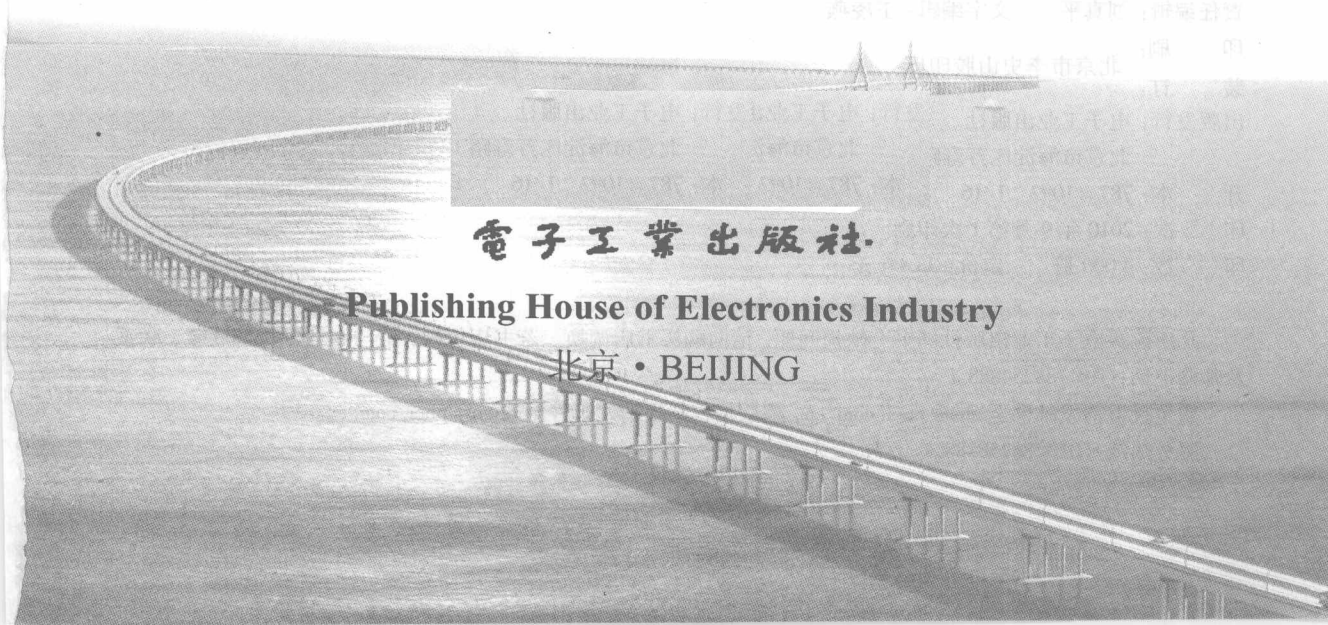
吴家福 主编

赵传彬 占全刚 副主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING



内 容 简 介

本书结合最新的职业教育教学改革经验,按照以工作过程为导向的教学方法,以当前最流行的 CAD/CAM 类软件来讲解计算机辅助设计的方法与技巧,重点突出技能训练。全书融合 UG 和 MasterCAM 的辅助制造技术,根据课程内容的顺序由浅入深、循序渐进地进行介绍,全书共分 8 章:第 1 章为数控编程及加工工艺基础,第 2 章为几何建模,第 3~7 章介绍辅助制造应用技术,最后一章为综合实训项目。本书建模部分遵循“够用、会用、能用”的原则,辅助制造部分按基础→加工方法选用→后处理进行介绍,最后通过综合实训项目再现所有车、铣、线切割加工方法的运用,起到巩固的效果。

本书在编写过程中围绕“突出实用、工作导向、重实操、理论够用”的指导思想,采用前后呼应的案例项目,注重培养学生应用软件解决实际加工问题的能力。选用最新软件版本,缩短学生与企业之间的距离,提高学生的就业能力。本书配有“职业导航”、“教学导航”和“知识梳理与总结”,便于教学和高效率学习。

本书可作为高职高专院校各专业计算机辅助制造课程的教材,也可作为职工大学、成人教育、函授学院、中职学校、培训班等的教学用书,同时可作为数控加工、UG 和 MasterCAM 的自学用书。

本书配有免费的电子教学课件、项目操作视频、案例及实训项目的源文件,详见前言。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

计算机辅助制造/吴家福主编. —北京:电子工业出版社,2010.9

全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列

ISBN 978-7-121-11704-6

I. ①计… II. ①吴… III. ①计算机辅助制造—高等学校:技术学校—教材 IV. ①TP391.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 167257 号

策划编辑:陈健德(E-mail:chenjd@phei.com.cn)

责任编辑:刘真平 文字编辑:王凌燕

印 刷:北京市李史山胶印厂

装 订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:20.25 字数:518.4 千字

印 次:2010 年 9 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:33.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

职业教育 继往开来(序)

自我国经济在新的世纪快速发展以来,各行各业都取得了前所未有的进步。随着我国工业生产规模的扩大和经济发展水平的提高,教育行业受到了各方面的重视。尤其对高等职业教育来说,近几年在教育部和财政部实施的国家示范性院校建设政策鼓舞下,高职院校以服务为宗旨、以就业为导向,开展工学结合与校企合作,进行了较大范围的专业建设和课程改革,涌现出一批示范专业和精品课程。高职教育在为区域经济建设服务的前提下,逐步加大校内生产性实训比例,引入企业参与教学过程和质量评价。在这种开放式人才培养模式下,教学以育人为目标,以掌握知识和技能为根本,克服了以学科体系进行教学的缺点和不足,为学生的顶岗实习和顺利就业创造了条件。

中国电子教育学会立足于电子行业企事业单位,为行业教育事业的改革和发展,为实施“科教兴国”战略做了许多工作。电子工业出版社作为职业教育教材出版大社,具有优秀的编辑人才队伍和丰富的职业教育教材出版经验,有义务和能力与广大的高职院校密切合作,参与创新职业教育的新方法,出版反映最新教学改革成果的新教材。中国电子教育学会经常与电子工业出版社开展交流与合作,在职业教育新的教学模式下,将共同为培养符合当今社会需要的、合格的职业技能人才而提供优质服务。

近期由电子工业出版社组织策划和编辑出版的“全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列”,具有以下几个突出特点,特向全国的职业教育院校进行推荐。

(1) 本系列教材的课程研究专家和作者主要来自于教育部和各省市评审通过的多所示范院校。他们对教育部倡导的职业教育教学改革精神理解得透彻准确,并且具有多年的职业教育教学经验及工学结合、校企合作经验,能够准确地对职业教育相关专业的知识点和技能点进行横向与纵向设计,能够把握创新型教材的出版方向。

(2) 本系列教材的编写以多所示范院校的课程改革成果为基础,体现重点突出、实用为主、够用为度的原则,采用项目驱动的教学方式。学习任务主要以本行业工作岗位群中的典型实例提炼后进行设置,项目实例较多,应用范围较广,图片数量较大,还引入了一些经验性的公式、表格等,文字叙述浅显易懂。增强了教学过程的互动性与趣味性,对全国许多职业教育院校具有较大的适用性,同时对企业技术人员具有可参考性。

(3) 根据职业教育的特点,本系列教材在全国独创性地提出“职业导航、教学导航、知识分布网络、知识梳理与总结”及“封面重点知识”等内容,有利于老师选择合适的教材并有重点地开展教学过程,也有利于学生了解该教材相关的职业特点和对教材内容进行高效率的学习与总结。

(4) 根据每门课程的内容特点,为方便教学过程对教材配备相应的电子教学课件、习题答案与指导、教学素材资源、程序源代码、教学网站支持等立体化教学资源。

职业教育要不断进行改革,创新型教材建设是一项长期而艰巨的任务。为了使职业教育能够更好地为区域经济和企业服务,我们殷切希望高职高专院校的各位职教专家和老师提出建议,共同努力,为我国的职业教育发展尽自己的责任与义务!

全国高职高专院校机械类专业课程研究专家组

主任委员:

李 辉 石家庄铁路职业技术学院机电工程系副主任

副主任委员:

孙燕华 无锡职业技术学院机械技术学院院长

滕宏春 南京工业职业技术学院、省级精密制造研发中心主任

常务委员(排名不分先后):

柴增田 承德石油高等专科学校机械工程系主任

钟振龙 湖南铁道职业技术学院机电工程系主任

彭晓兰 九江职业技术学院副院长

李望云 武汉职业技术学院机电工程学院院长

杨翠明 湖南机电职业技术学院副院长

周玉蓉 重庆工业职业技术学院机械工程学院院长

武友德 四川工程职业技术学院机电工程系主任

任建伟 江苏信息职业技术学院副院长

许朝山 常州机电职业技术学院机械系主任

王德发 辽宁机电职业技术学院汽车学院院长

陈少艾 武汉船舶职业技术学院机械工程系主任

窦 凯 番禺职业技术学院机械与电子系主任

杜兰萍 安徽职业技术学院机械工程系主任

林若森 柳州职业技术学院副院长

李荣兵 徐州工业职业技术学院机电工程系主任

丁学恭 杭州职业技术学院友嘉机电学院院长

郭和伟 湖北职业技术学院机电工程系主任

宋文学 西安航空技术高等专科学校机械工程系主任

皮智谋 湖南工业职业技术学院机械工程系主任

刘茂福 湖南机电职业技术学院机械工程系主任

赵 波 辽宁省交通高等专科学校机械电子工程系主任

孙自力 渤海船舶职业学院机电工程系主任

张群生 广西机电职业技术学院高等职业教育研究室主任

秘书长:

陈健德 电子工业出版社高等职业教育分社高级策划编辑

如果您有专业与课程改革或教材编写方面的新想法,请与我们联系。

电话: 010-88254585, 电子邮箱: chenjd@phei.com.cn

前 言



本书根据高等职业教育和高等专科教育的要求,结合最新的教学改革经验,按照以就业为导向、以工作过程为导向、实操熟练和理论够用的原则进行编写,着重培养高素质技能型人才,力求更好地服务于专业、服务于岗位,与工作岗位近距离接触。

全书融合 UG 和 MasterCAM 辅助制造技术,根据课程内容的顺序由浅入深、循序渐进地进行介绍,全书共分 8 章:第 1 章为数控编程及加工工艺基础,第 2 章为几何建模,第 3~7 章介绍辅助制造应用技术,最后一章为模具加工综合实训项目。本书建模部分遵循“够用、会用、能用”的原则,辅助制造技术部分按基础→加工方法选用→后处理顺序进行介绍,最后通过综合实训项目再现所有车、铣、线切割加工方法的运用,起到巩固的效果。

本书在编写过程中围绕“突出实用、工作导向、重实操、理论够用”的指导思想,从学生的学习认知规律与特点出发,采用前后呼应的案例项目,注重学生应用软件解决实际加工问题的能力;选用最新软件版本,缩短学生与企业之间的距离,提高学生就业能力;采用的实例贴近企业应用,把学习与应用创新有机地结合起来,既能提高学生的学习兴趣,又能缩短学生就业的岗位适应时间,体现高职高专教育重技能、重实操的教学特色。

本书配有免费的电子教学课件、项目操作视频、案例及实训项目的源文件,请您登录华信教育资源网(www.hxedu.com.cn)免费注册后进行下载。教师可利用课件进行多媒体教学,克服以往教学方式的单一。案例及实训项目的源文件可供学生直接在软件上使用,方便学生学习和加工实操。

本书图文并茂,通俗易懂,通过 22 个实训项目和 4 个案例强化操作技能。为使学生更直观地认识到教材内容与职业岗位的关系,本书设置了“职业导航”;为更好地引导教师与学生实现教学目标,教材在每章都设置了“教学导航”;为了帮助学生实现学习目标,教材在每一章的最后都安排了“知识梳理与总结”。

本书可作为高职高专院校各专业计算机辅助制造课程的教材,也可作为职工大学、成人教育、函授学院、中职学校、培训班等的教学用书,同时可作为数控加工、UG 和 MasterCAM 的自学用书。

本书由贵州电子信息职业技术学院吴家福任主编,赵传彬、占刚任副主编,林顺宝参加编写。其中第 1 章、第 3 章、第 5~8 章由吴家福编写,第 2 章 UG 建模部分和第 4 章 UG 铣削加工部分由占刚编写,第 2 章 MasterCAM 建模部分和第 4 章 MasterCAM 铣削加工部分由赵传彬编写,

本书习题、多媒体课件由林顺宝编写制作。本书在编写过程中还得到了龙光涛副教授和孔杰副教授的大力支持和指导，在此表示衷心地感谢！

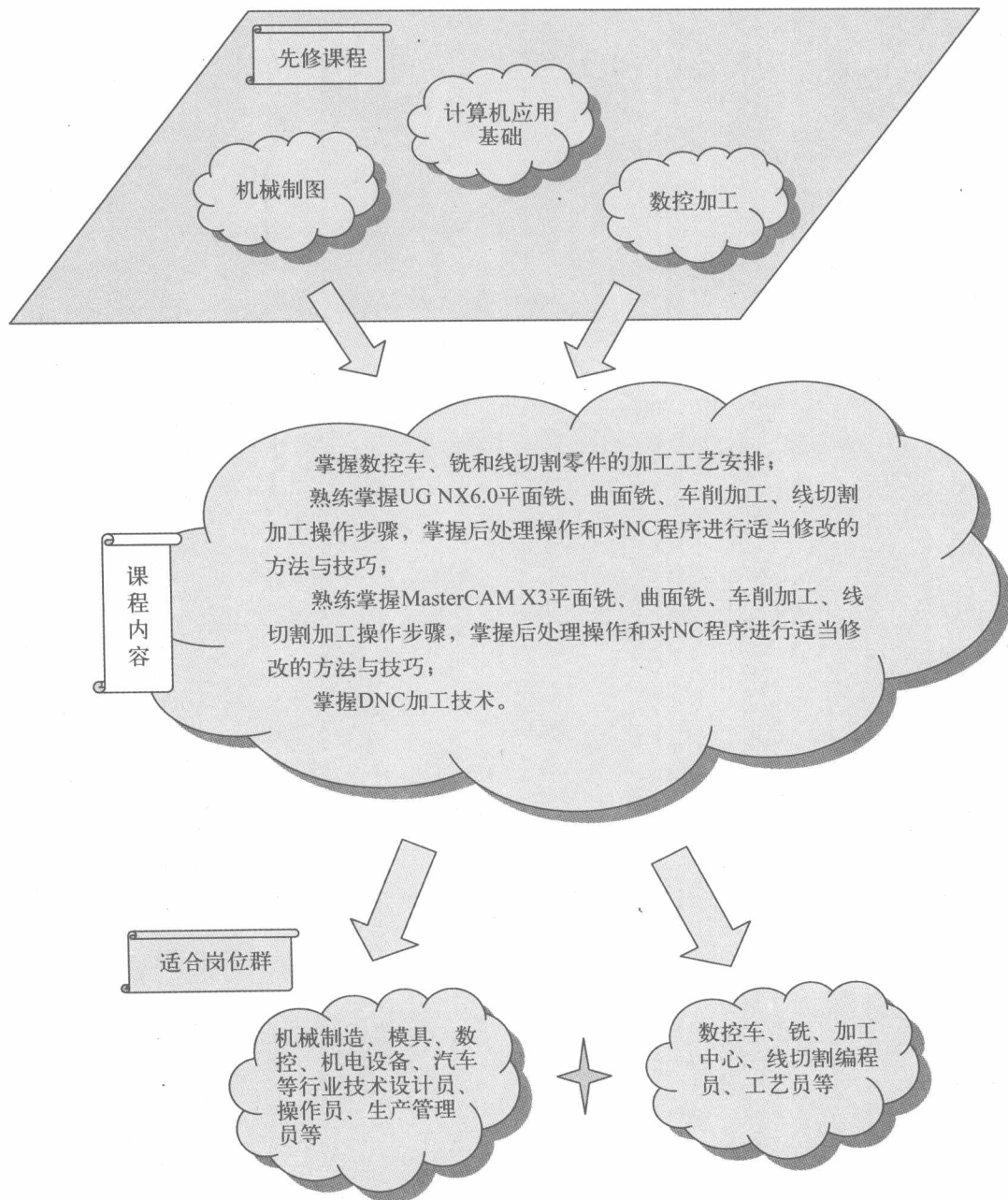
本书在编写过程中得到许多同行、专家和企业工程人员的指点，同时也从许多文献中得到有益启发。由于编者水平有限，时间仓促，书中难免有不妥之处，敬请读者指正，以便在修订时加以完善。

编者

2010年6月



职业导航



目 录



第 1 章 数控编程及加工工艺基础	1
教学导航	1
1.1 什么是 CAD/CAM	2
1.1.1 CAD/CAM 基本概念	2
1.1.2 CAD/CAM 软件介绍	2
1.1.3 UG NX6.0/MasterCAM X3 运行环境	5
1.2 数控编程基础知识	5
1.3 数控加工工艺分析	6
1.3.1 数控车削工艺分析	6
1.3.2 数控铣削工艺分析	8
1.3.3 数控线切割工艺分析	13
实训项目 1 实心轴零件的数控车加工工艺分析	15
实训项目 2 烟灰缸零件的数控铣加工工艺分析	17
知识梳理与总结	18
思考与练习题 1	19
第 2 章 几何建模	20
教学导航	20
2.1 UG 几何建模	21
2.1.1 草图绘制	22
2.1.2 实体建模与编辑	34
实训项目 3 实心轴的建模(车削)	45
实训项目 4 烟灰缸的建模(铣削)	47
实训项目 5 旋钮的建模	48
2.2 MasterCAM 几何建模	50
2.2.1 二维图	50
2.2.2 实体建模	67
实训项目 6 机床手柄的建模(车削)	79
实训项目 7 烟灰缸的 MasterCAM 建模(铣削)	82
实训项目 8 旋钮的 MasterCAM 建模	87
知识梳理与总结	89
思考与练习题 2	89
第 3 章 铣削加工应用基础	93
教学导航	93

3.1	软件加工应用基础	94
3.1.1	UG 加工环境与界面	94
3.1.2	MasterCAM 加工环境与界面	96
3.2	操作导航器的应用	98
3.2.1	UG 操作导航器	98
3.2.2	MasterCAM 操作导航器	99
3.3	创建几何	100
3.3.1	UG 几何体创建	100
3.3.2	MasterCAM 几何体创建	101
3.4	创建刀具	102
3.4.1	UG 刀具创建	102
3.4.2	MasterCAM 刀具创建	105
3.5	创建加工方法	106
3.5.1	UG 加工方法	106
3.5.2	MasterCAM 加工方法	108
3.6	创建程序组	110
3.6.1	UG 创建程序	110
3.6.2	MasterCAM 创建程序	110
3.7	创建操作	111
3.7.1	UG 创建操作	111
3.7.2	MasterCAM 创建操作	115
3.8	刀具路径管理	117
3.8.1	UG 刀具路径管理	117
3.8.2	MasterCAM 刀具路径管理	117
	实训项目 9 铣削加工方形带槽零件	119
	知识梳理与总结	122
	思考与练习题 3	122
第 4 章	铣削加工	123
	教学导航	123
4.1	平面铣削	124
4.1.1	平面铣削基础	124
4.1.2	表面铣操作	125
4.1.3	平面铣操作	131
	实训项目 10 UG 平板零件的铣削加工	138
	实训项目 11 MasterCAM 平板零件的铣削加工	143
4.2	型腔铣削	150
4.2.1	型腔铣削基础	150
4.2.2	等高铣削操作	154
	实训项目 12 UG 烟灰缸的铣削加工	159
	实训项目 13 MasterCAM 烟灰缸的铣削加工	164
4.3	固定轴曲面轮廓铣削加工	168

4.3.1	曲面加工基础	168
4.3.2	曲面铣削常用方法	172
4.4	清根加工	182
	实训项目 14 UG 旋扭开关零件的铣削加工	188
	实训项目 15 MasterCAM 旋扭开关零件的铣削加工	192
	知识梳理与总结	197
	思考与练习题 4	198
第 5 章	铣削加工操作后处理	201
	教学导航	201
5.1	数控机床数控系统	202
5.1.1	SINUMERIK 802C base line	202
5.1.2	华中世纪星 HNC - 22M	208
5.2	后置处理	210
5.2.1	UG 后处理设置	211
5.2.2	MasterCAM 后处理设置	214
5.3	DNC 加工	225
	实训项目 16 完成平板零件后处理	228
	实训项目 17 完成烟灰缸零件后处理	229
	实训项目 18 完成旋扭开关后处理	230
	知识梳理与总结	230
	思考与练习题 5	230
第 6 章	车削加工	231
	教学导航	231
6.1	数控车削加工基础	232
6.1.1	工件坐标系	232
6.1.2	直径/半径编程方式	232
6.1.3	进刀/退刀方式	232
6.1.4	数控刀具	233
6.2	数控车削加工中的共同项	234
6.2.1	创建车削坐标系	234
6.2.2	创建车削毛坯	235
6.2.3	创建车削加工刀具	240
6.3	数控车削加工及后处理	246
6.3.1	数控车削加工方法	246
6.3.2	后处理	247
	实训项目 19 心轴的车削加工	251
	实训项目 20 手柄的车削加工	261
	知识梳理与总结	275
	思考与练习题 6	275

第7章 线切割加工	276
教学导航	276
7.1 线切割的共同项	277
7.1.1 坐标系设置	277
7.1.2 部件几何体	277
7.2 内轮廓加工	279
7.2.1 UG 内轮廓加工	279
7.2.2 MasterCAM 内轮廓加工	280
7.3 外轮廓加工	281
7.3.1 UG 外轮廓加工	281
7.3.2 MasterCAM 外轮廓加工	282
实训项目 21 冷冲模凹模加工	282
知识梳理与总结	286
思考与练习题 7	286
综合实训 塑料碗模具零件建模与加工	288

第1章

数控编程及加工 工艺基础

教学导航

教	知识要点	1. CAD/CAM 概念 2. 常用 CAD/CAM 软件 3. 数控编程基本概念及知识 4. 数控车削、铣削和线切割工艺分析
	技能要点	1. 正确进行数控车削工艺分析 2. 正确进行数控铣削工艺分析
	教学建议	建议重点放在加工工艺分析, 可布置相应作业并作讲解
	建议学时	4 学时
学	推荐学习方法	了解为主, 同时复习数控加工课程
	必须掌握的理论知识	数控车、铣、线切割工艺分析基础
	必须掌握的技能	数控加工工艺制定



本章将对 CAD/CAM 概念等进行简单介绍,并阐述数控编程的基本概念及相关知识,特别通过两个实例对数控加工工艺进行详细介绍,通过学习本章将会对计算机辅助制造打下一定基础。

1.1 什么是 CAD/CAM

CAD/CAM 是当前较流行的技术,是机械类专业学生必须掌握的一门专业知识。因此,首先应该对 CAD/CAM 的一些基本知识有所了解,才能开始进行相关知识的深入学习。

1.1.1 CAD/CAM 基本概念

CAD/CAM 是计算机辅助设计与制造 (Computer Aided Design and Computer Aided Manufacturing) 的英文缩写,是一项利用计算机软、硬件辅助人们完成产品设计与制造的技术。

CAD 指工程设计人员以计算机为辅助工具,完成产品的设计、工程分析、绘图等工作,达到提高产品质量、缩短产品开发周期、降低生产成本等目的。

CAM 有广义和狭义之分。广义的 CAM 是指工程技术人员以计算机为辅助工具,完成从准备到产品制造整个活动的活动,包括工艺过程设计、工装设计、NC 自动编程、生产作业计划、生产控制、质量控制等工作。狭义的 CAM 一般仅指利用相应软件完成 NC 程序编制,包括刀具路径规划、刀具文件生成、刀具轨迹仿真及 NC 代码生成等。本书介绍的是狭义的 CAM。

20 世纪 50 年代末 60 年代初 CAD/CAM 技术产生,到 80 年代、90 年代得到了高速发展。其发展过程是伴随着计算机应用而逐渐得到广泛应用的。当前,数控机床的广泛应用,计算机性能提高,使得这项技术成为工科院校学生以及从事生产工作的工程技术人员必须掌握的一项技术。

CAD/CAM 系统由软、硬件组成,硬件为系统工作提供物质基础,系统功能由系统中软件运行来完成。图 1-1 为 CAD/CAM 系统的基本组成。

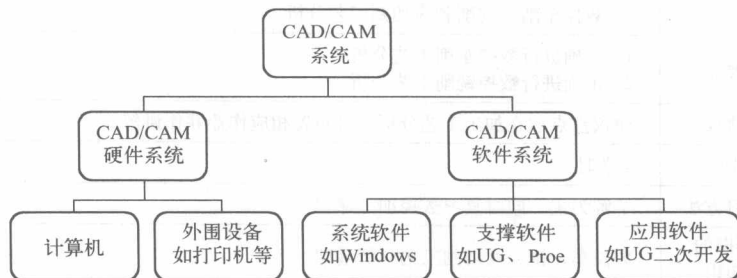


图 1-1 CAD/CAM 系统的基本组成

1.1.2 CAD/CAM 软件介绍

CAD/CAM 技术经过几十年的发展,先后走过大型机、小型机、工作站、微机时代,每个时代都有当时流行的 CAD/CAM 软件。现在,工作站和微机平台 CAD/CAM 软件已经占据主导地位,并且出现了一批比较优秀、比较流行的商品化软件。下面我们将分别介绍国内外一些流行的软件。



1. Unigraphics (UG)

UG 是 Unigraphics Solutions 公司的拳头产品。该公司首次突破传统 CAD/CAM 模式, 为用户提供一个全面的产品建模系统。在 UG 中, 优越的参数化和变量化技术与传统的实体、线框和表面功能结合在一起。

UG 最早应用于美国麦道飞机公司。它是从二维绘图、数控加工编程、曲面造型等功能发展起来的软件。20 世纪 90 年代初, 美国通用汽车公司选中 UG 作为全公司的 CAD/CAE/CAM/CIM 主导系统, 这进一步推动了 UG 的发展。1997 年 10 月 Unigraphics Solutions 公司与 Intergraph 公司签约, 合并了后者的机械 CAD 产品, 将微机版的 SOLIDEDGE 软件统一到 Parasolid 平台上。由此形成了一个从低端到高端, 兼有 UNIX 工作站版和 Windows NT 微机版的较完善的企业级 CAD/CAE/CAM/PDM 集成系统。

目前, UG 最新版本为 UG NX6.0, 本书以此版本为主进行叙述, 但其主要内容与操作方法同样适用于其他版本。

2. MasterCAM

MasterCAM 是美国 CNC 公司开发的基于 PC 平台的 CAD/CAM 软件, 它具有方便直观的几何造型。MasterCAM 提供了设计零件外形所需的理想环境, 其强大稳定的造型功能可设计出复杂的曲线、曲面零件。

MasterCAM 提供了多种先进的粗加工技术, 以提高零件加工的效率和质量。MasterCAM 还具有丰富的曲面精加工功能, 可以从中选择最好的方法, 加工最复杂的零件。MasterCAM 的多轴加工功能, 为零件的加工提供了更多的灵活性。

目前, MastCAM 最新版本为 MasterCAM X3, 本书以此版本为主进行叙述, 但其主要内容与操作方法同样适用于其他版本。。

3. Pro/Engineer

Pro/Engineer 系统是美国参数技术公司 (Parametric Technology Corporation, PTC) 的产品。PTC 公司提出的单一数据库、参数化、基于特征、全相关的概念改变了机械 CAD/CAE/CAM 的传统观念, 这种全新的概念已成为当今世界机械 CAD/CAE/CAM 领域的新标准。利用该概念开发出来的第三代机械 CAD/CAE/CAM 产品 Pro/Engineer 软件能将设计至生产全过程集成到一起, 让所有的用户能够同时进行同一产品的设计制造工作, 即实现所谓的并行工程。

Pro/Engineer 系统主要功能如下:

- (1) 真正的全相关性, 任何地方的修改都会自动反映到所有相关地方。
- (2) 具有真正管理并发进程、实现并行工程的能力。
- (3) 具有强大的装配功能, 能够始终保持设计者的设计意图。
- (4) 容易使用, 可以极大地提高设计效率。

Pro/Engineer 系统用户界面简洁, 概念清晰, 符合工程人员的设计思想与习惯。整个系统建立在统一的数据库上, 具有完整而统一的模型。

目前, Pro/Engineer 最新版本为 5.0。

4. CAXA

CAXA 是中国领先的 PLM 方案和服务提供商。CAXA 坚持“软件服务制造业”理念, 开发出系列化的 CAD、CAPP、CAM、DNC、PDM、MPM 等 PLM 软件产品和解决方案, 覆盖了制造业信息化设计、工艺、制造和管理四大领域; 曾荣获中国软件行业协会 20 年“金软件



奖”和“中国制造业信息化工程十大优秀供应商”等荣誉；CAXA 始终坚持走市场化的道路，已在全国建立起了 35 个营销和服务中心、300 多家代理经销商、600 多个教育培训中心和多层次合作伙伴组成的技术服务体系，是制造业成长的最佳服务伙伴；有超过 2000 多所院校采用 CAXA 软件进行教学或培训，各大出版机构出版 CAXA 相关教材超过 300 多种。截至 2007 年，CAXA 已累计销售正版软件超过 25 万套。

一般机械制造行业用的软件他们都生产，二维、三维、工艺、管理、制造工程师、线切割、网络 DNC 等。

5. SolidWorks

SolidWorks 是生信国际有限公司推出的基于 Windows 的机械设计软件。生信公司是一家专业化的信息高速技术服务公司，在信息和技术方面一直保持与国际 CAD/CAE/CAM/PDM 市场同步。该公司提倡的“基于 Windows 的 CAD/CAE/CAM/PDM 桌面集成系统”是以 Windows 为平台，以 SolidWorks 为核心的各种应用的集成，包括结构分析、运动分析、工程数据管理和数控加工等，为企业提供了梦寐以求的解决方案。

SolidWorks 是微机版参数化特征造型软件的新秀，该软件旨在以工作站版的相应软件价格的 1/4 ~ 1/5 向广大机械设计人员提供用户界面更友好、运行环境更大众化的实体造型实用功能。

SolidWorks 是基于 Windows 平台的全参数化特征造型软件，它可以十分方便地实现复杂的三维零件实体造型、复杂装配和生成工程图，图形界面友好，用户上手快。该软件可以应用于以规则几何形体为主的机械产品设计以及生产准备工作中，其价位适中。

6. Cimatron

CimatronCAD/CAM 系统是以色列 Cimatron 公司的 CAD/CAM/PDM 产品，是较早年在微机平台上实现三维 CAD/CAM 全功能的系统。该系统提供了比较灵活的用户界面，优良的三维造型、工程绘图，全面的数控加工，各种通用、专用数据接口以及集成化的产品数据管理。

CimatronCAD/CAM 系统自从 20 世纪 80 年代进入市场以来，在国际上的模具制造业备受欢迎。近年来，Cimatron 公司为了在设计制造领域发展，着力增加了许多适合设计的功能模块，每年都有新版本推出，市场销售份额增长很快。从版本 8 起进行了汉化，以满足国内企业不同层次技术人员应用需求。用户覆盖机械、铁路、科研、教育等领域。

7. I-DEAS

I-DEAS 是美国 SDRC 公司开发的 CAD/CAM 软件。该公司是国际上著名的机械 CAD/CAE/CAM 公司，在全球范围享有盛誉，国外许多著名公司，如波音、索尼、三星、现代、福特等公司均是 SDRC 公司的大客户和合作伙伴。

该软件是高度集成化的 CAD/CAE/CAM 软件系统。它帮助工程师以极高的效率，在单一数字模型中完成从产品设计、仿真分析、测试直至数控加工的产品研发全过程。I-DEAS 是全世界制造业用户广泛应用的大型 CAD/CAE/CAM 软件。

I-DEAS 在 CAD/CAE 一体化技术方面一直雄居世界榜首，软件内含诸如结构分析、热力分析、优化设计、耐久性分析等真正提高产品性能的高级分析功能。

SDRC 也是全球最大的专业 CAM 软件生产厂商。I-DEASCAMAND 是 CAM 行业的顶级产品。I-DEASCAMAND 可以方便地仿真刀具及机床的运动，可以从简单的 2 轴、2.5 轴加工到以



7轴5联动方式来加工极为复杂的工件表面，并可以对数控加工过程进行自动控制和优化。

1.1.3 UG NX6.0/MasterCAM X3 运行环境

硬件环境：CPU 主频 2GHz 以上，显存 512MB 以上，内存 1GB 以上，硬盘 10GB 以上。

软件环境：Windows XP/Vista 系统。

1.2 数控编程基础知识

1. 数控技术

数控技术 (Numerical Control, NC)，简称“数控”。是指用数字、文字和符号组成的数字指令来实现一台或多台机械设备动作控制的技术。

2. 数控机床

(1) 金属切削类数控机床：包括数控车床、数控钻床、数控铣床、数控磨床、数控镗床以及加工中心。这些机床都有适用于单件、小批量和多品种的零件加工，具有加工尺寸一致性、高生产率和自动化程度，以及很高的设备柔性。

(2) 金属成型类数控机床：包括数控折弯机、数控组合冲床、数控弯管机、数控回转头压力机等。

(3) 数控特种加工机床：包括数控线（电极）切割机床、数控电火花加工机床、数控火焰切割机床、数控激光切割机床、专用组合机床等。

(4) 其他类型的数控设备：非加工设备采用数控技术，如自动装配机、多坐标测量机、自动绘图机和工业机器人等。

3. 数控程序

输入数控系统中的、使数控机床执行一个确定的加工任务的、具有特定代码和其他符号编码的一系列指令，称为数控程序 (NC Program) 或零件程序 (Part Program)。例如：

```
O0001; O (FANUC-O, AB8400-P, SINUMERIK8M-%) 机床指定程序号，每个程序号对应一个加工零件
```

```
N010 G92 X0 Y0; N010 表示程序段号，分号表示程序段结束
```

```
N020 G90 G00 X50 Y60;
```

```
.....
```

```
N150 M30; 表示程序结束
```

4. 数控机床编程的方法

手工编程：由人工完成零件图样分析、工艺处理、数值计算、书写程序清单直到程序的输入和检验。适用于点位加工或几何形状不太复杂的零件，但是，非常费时，且编制复杂零件时，容易出错。

CAD/CAM 计算机辅助编程：利用 CAD/CAM 软件，实现造型及图像自动编程。最为典型的软件是 UG 和 Master CAM，其可以完成铣削二坐标、三坐标、四坐标、五坐标、车削、线切割的编程。

5. 数控机床手工编程的步骤

(1) 分析零件图样和工艺处理。根据图样对零件的几何形状尺寸、技术要求进行分析，