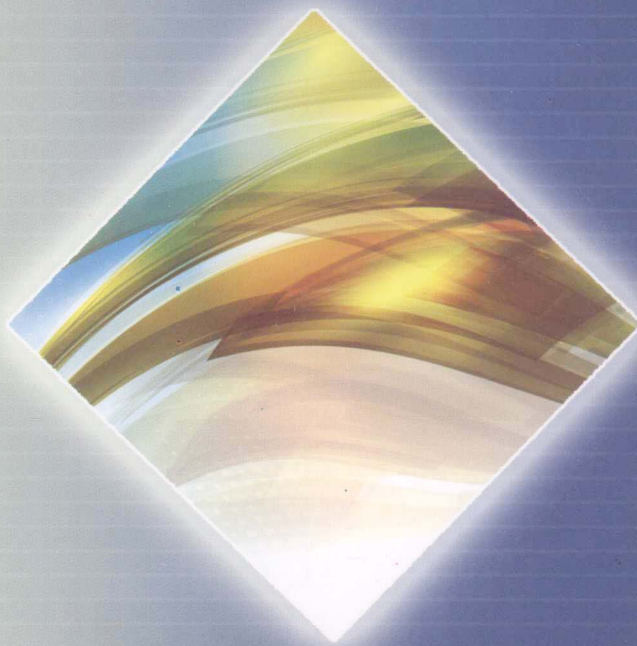




全国教育科学“十一五”规划课题研究成果

计算机辅助设计与制造

主 编 杜 雷 刘军强

 高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

013064658

TP391.7
241

全国教育科学“十一五”规划课题研究成果

计算机辅助设计与制造

Jisuanji Fuzhu Sheji yu Zhizao

主 编 杜 雷 刘军强
副主编 张春侠 孙宝军



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING



北航

01672320

TP391.7
241

872230810

内容提要

本书为全国教育科学“十一五”规划课题研究成果。全书系统阐述了CAD/CAM技术的基本理论、基本知识,为便于学习与应用,在后续章节中对UG软件在CAD/CAM/CAE方面的应用与操作方法进行了介绍,并引入了一些工程应用和开发实例。

全书共分为4篇,第1篇分为4章,主要内容包括CAD/CAM技术概述、计算机辅助图形处理技术、计算机辅助工艺规程设计、数控加工编程等;第2篇分为7章,介绍UG NX 6.0的图形建模、装配以及工程图生成功能的应用方法;第3篇分为3章,主要介绍使用UG注塑模具向导功能模块进行注塑模具设计,以及对模具进行有限元分析的方法和步骤;第4篇主要介绍使用UG NX 6.0进行数控加工自动编程的基本方法。

本书取材新颖,内容全面,由浅入深,循序渐进,强调内容的完整性和实用性,理论与实际结合紧密,注意基本理论与后续章节内容的相互呼应。此外,各章后均附有本章小结、参考文献及习题。

本书可作为高等工科院校机械设计制造及其自动化、机械电子工程、材料成形及控制工程等专业的教学用书,也可作为高职高专、成人高校相关专业的教材,还可供从事机电产品设计与制造的研究人员、工程技术及管理人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

计算机辅助设计与制造 杜雷,刘军强主编. --北京:
高等教育出版社,2013.8

ISBN 978-7-04-037551-0

I. ①计… II. ①杜… ②刘… III. ①计算机辅助设计-高等学校-教材②计算机辅助制造-高等学校-教材
IV. ①TP391.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 119204 号

策划编辑 段博原
插图绘制 尹 莉

责任编辑 沈志强
责任校对 窦丽娜

封面设计 于 涛
责任印制 韩 刚

版式设计 童 丹

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印 刷 廊坊市文峰档案印务有限公司
开 本 787mm×960mm 1/16
印 张 22.75
字 数 410千字
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2013年8月第1版
印 次 2013年8月第1次印刷
定 价 35.50元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

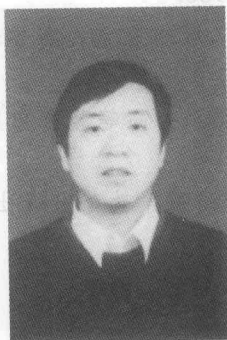
版权所有 侵权必究

物 料 号 37551-00

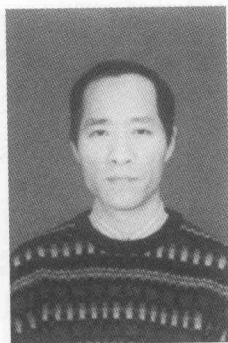
参考文献

- [1] 刘明威. 理论力学[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 1988.
- [2] 哈尔滨工业大学理论力学教研室. 理论力学[M]. 7版. 北京: 高等教育出版社, 2009.
- [3] 孙训芳, 方孝淑, 关来泰. 材料力学[M]. 5版. 北京: 高等教育出版社, 2009.
- [4] 龙驭球, 包世华, 袁驷. 结构力学[M]. 3版. 北京: 高等教育出版社, 2012.

作者简介



李前程 长期从事理论力学、建筑力学等课程的教学研究工作，以及实验教学及实验仪器的开发研制工作。主要研究方向：结构振动分析，模态综合技术，实验技术分析。发表论文多篇，主编《建筑力学》，参编《简明理论力学》等。主持并参加了省、部级面向 21 世纪建筑力学系列课程的教改课题。建筑力学系列课程改革成果荣获黑龙江省优秀教育科研成果一等奖。



安学敏 长期从事材料力学、建筑力学的教学与教学研究工作。主编《材料力学自学指导》、《材料力学试题解答与分析》、《建筑力学》，参编《材料力学》。主持和参加了省、部级面向 21 世纪建筑力学系列课程的教改课题，我国建筑教育与建设类专门人才培养模式的研究等课题五项。获省、部级奖三项。发表论文二十余篇。

前 言

CAD/CAM 技术的应用可以提高产品设计效率、加快产品生产周期、降低产品成本、提高产品质量。UG 是集 CAD/CAM/CAE 功能为一体的软件系统,其功能覆盖从概念设计、工程分析、加工制造到产品发布的整个过程,可为机械设计、模具设计与电器设计提供一整套的设计、分析和制造解决方案。随着计算机硬件的发展,UG 越来越多地被中小企业采用,在我国工业产业升级的过程中,UG 将起到越来越重要的作用。

本书为全国教育科学“十一五”规划课题研究成果。

全书在全面阐述 CAD/CAM 技术基本理论基础上,介绍 UG 软件在 CAD/CAM/CAE 方面的应用与操作方法。在 CAD/CAM 技术基本理论部分的编写中,注意与 UG 软件应用部分前后呼应,重点介绍有限元分析理论和方法、计算机图形处理技术和数控加工编程技术,为后续 UG 软件的学习打下一定的理论基础;在 UG 软件应用部分的编写中,以机械设计、模具设计以及机械零件数控加工为主线,使读者在掌握基础理论的前提下,初步掌握一整套完整的产品设计、分析和制造软件的使用方法。书中采用基本命令与实际案例相结合的方法,图文并茂,提高了可读性。各章末附有小结、参考文献和习题。全书具体内容包括以下 4 篇。

1) CAD/CAM 技术基础篇 全面阐述了 CAD/CAM 系统组成结构、功能及其集成技术,重点介绍有限元分析的原理和方法、计算机图形处理技术、CAPP 理论 and 设计方法以及数控加工编程理论与方法。

2) UG NX 基础篇 介绍 UG 的参数化建模与绘图模块,使读者能掌握较为复杂的三维机械图形设计及装配方法,并以此为基础,生成二维工程图纸。

3) 模具设计篇 介绍在参数化建模与绘图基础上,使用 UG 的注塑模具向导进行模具设计以及 CAE 分析的方法。

4) 数控加工篇 介绍利用 UG 的数控加工模块生成数控加工程序的方法和步骤,并介绍典型的数控加工编程实例。

本书重点是 CAM/CAM 基础理论、UG 三维图形的生成与编辑、模具设计模块的使用方法以及复杂曲面数控程序生成方法,读者对象为大中专院校机械工

程类与材料成形专业的师生以及工程技术人员。

本书的编写分工如下:第1、2、3、4章由方淳(台州学院)、方锡武(台州学院)、孙宝军(台州学院)编写;第5、6章由刘军强(西安工业大学)编写;第7、12章由杜雷(台州学院)编写;第8章由祝恒云(南京工业职业技术学院)、刘言松(陕西科技大学)编写;第9章由谢云舫(南京工业职业技术学院)、刘言松(陕西科技大学)编写;第10、11章由何延辉(南京工业职业技术学院)、张春侠(陕西科技大学)编写;第13、14章由林朝斌(台州学院)编写;第15章由刘鹏玉(台州学院)编写。全书由杜雷统稿、定稿。

郑州大学机械工程学院苏智剑教授、浙江大学机械工程学院刘振宇教授认真审阅了本书,并提出许多宝贵的修改意见,在此表示衷心的感谢!

由于编者的水平和经验所限,本书肯定会有错误或不当之处,恳请读者批评指正。

编者

2013年3月

目 录

第 1 篇 CAD/CAM 技术基础篇

第 1 章 CAD/CAM 技术概述	3
1.1 CAD/CAM 的基本概念与系统结构	3
1.1.1 CAD/CAM 的基本概念	4
1.1.2 CAD/CAM 系统的组成	5
1.1.3 CAD/CAM 系统的基本类型	6
1.1.4 CAD/CAM 系统的基本功能	7
1.2 工程数据库	9
1.2.1 数据库技术	9
1.2.2 工程数据库概述	11
1.3 计算机网络及数据通信	12
1.4 计算机辅助工程分析	15
1.4.1 CAE 技术概述	15
1.4.2 有限元法概述	16
1.4.3 有限元分析软件简介	20
1.5 CAD/CAM 集成技术及其应用	23
1.5.1 CAD/CAM 集成的概念	23
1.5.2 CAD/CAM 集成过程中数据交换标准	26
1.5.3 产品数据管理技术(PDM)	27
1.5.4 计算机集成制造系统(CIMS)	29
1.5.5 并行工程(CE)	31
1.5.6 虚拟制造系统(VMS)	32
本章小结	34
参考文献	34
习题	35
第 2 章 计算机辅助图形处理技术	36
2.1 计算机辅助图形处理基本知识	37
2.1.1 图形的基本元素及其定义	37

2.1.2 表示形体的坐标系	39
2.2 图形变换	40
2.2.1 二维图形变换	41
2.2.2 三维图形变换	44
2.3 计算机辅助绘图技术	48
2.3.1 交互式绘图	48
2.3.2 参数化绘图	52
2.4 计算机辅助建模技术	58
2.4.1 计算机辅助建模技术概述	59
2.4.2 几何建模技术	60
2.4.3 特征建模技术	65
本章小结	67
参考文献	68
习题	68
第3章 计算机辅助工艺规程设计(CAPP)	70
3.1 CAPP 技术概述及系统结构组成	70
3.1.1 CAPP 的基本概念	70
3.1.2 CAPP 技术的发展概况与意义	72
3.1.3 CAPP 的结构组成与工作过程	73
3.2 CAPP 中零件信息的描述和输入	76
3.2.1 成组代码描述法	76
3.2.2 零件型面要素描述法	78
3.2.3 从 CAD 系统直接获取零件信息	79
3.3 常见 CAPP 系统	80
3.3.1 检索式 CAPP	80
3.3.2 派生式 CAPP	81
3.3.3 创成式 CAPP	83
3.4 CAPP 技术的发展趋势	86
本章小结	87
参考文献	87
习题	87
第4章 数控加工编程	88
4.1 数控加工技术概述	88
4.1.1 数控机床	89
4.1.2 数控编程方法	92
4.2 常用数控编程指令	94

4.2.1	机床坐标系与工件坐标系	94
4.2.2	数控加工程序的一般结构	96
4.2.3	常用数控机床编程指令	98
4.3	图形交互式自动编程	101
4.3.1	图形交互式数控自动编程的特点	102
4.3.2	常见 CAD/CAM 软件简介	103
4.3.3	图形交互式自动编程工作过程	105
4.3.4	加工过程的仿真	107
	本章小结	109
	参考文献	109
	习题	110

第2篇 UG NX 基础篇

第5章	UG NX 6.0 基本知识	113
5.1	UG NX 6.0 简介及其界面	114
5.1.1	UG NX 6.0 的主要功能	114
5.1.2	UG NX 6.0 的常用模块	114
5.1.3	UG NX 6.0 的操作界面	115
5.1.4	UG NX 6.0 的鼠标和键盘操作	117
5.2	文件管理	118
5.2.1	新建文件	118
5.2.2	打开文件	118
5.2.3	保存文件	119
5.2.4	导入/导出文件	119
5.3	图层管理	120
5.3.1	层的设置	120
5.3.2	图层视图可见性	121
5.3.3	图层类别	121
5.4	对象操作	122
5.4.1	选择对象的方法	122
5.4.2	部件导航器	123
5.4.3	对象的选择	123
5.4.4	对象的显示和隐藏	124
5.4.5	对象的变换	125
5.4.6	对象几何分析	126
5.5	坐标系操作	127

5.5.1	坐标系的变化	127
5.5.2	创建工作坐标系	128
5.6	系统参数设置	128
5.6.1	对象参数设置	128
5.6.2	用户界面参数设置	129
5.6.3	选择参数设置	130
5.6.4	可视化参数设置	130
5.7	常用工具	131
5.7.1	点构造器	131
5.7.2	平面构造器	132
5.7.3	类选择器	134
	本章小结	135
	参考文献	135
	习题	136
第6章	草图和曲线设计	137
6.1	草图功能概述	137
6.1.1	草图绘制功能	138
6.1.2	草图工作平面	138
6.1.3	创建草图对象	139
6.2	绘制草图	139
6.2.1	点	140
6.2.2	直线的绘制	141
6.2.3	矩形的绘制	141
6.2.4	圆和圆弧的绘制	141
6.3	约束管理	142
6.3.1	尺寸约束	142
6.3.2	几何约束	143
6.4	编辑草图	143
6.5	曲线设计	146
6.5.1	创建基本曲线	146
6.5.2	样条曲线	148
6.5.3	二次曲线	149
6.5.4	一般二次曲线	150
6.6	设计范例	151
	本章小结	153
	参考文献	153

习题	153
第7章 基础实体设计	155
7.1 实体建模概述	155
7.2 体素特征	156
7.2.1 长方体	156
7.2.2 圆柱	156
7.2.3 圆锥	157
7.2.4 球体	158
7.3 扫描特征	159
7.3.1 拉伸	159
7.3.2 回转	160
7.3.3 沿引导线扫描	162
7.3.4 管道	163
7.4 布尔运算	164
7.4.1 求和	164
7.4.2 求差	165
7.4.3 求交	165
7.5 设计范例	166
本章小结	169
参考文献	169
习题	170
第8章 特征设计	171
8.1 特征设计概述	171
8.2 特征设计操作	173
8.2.1 孔特征	173
8.2.2 凸台特征	174
8.2.3 腔体特征	175
8.2.4 凸垫特征	176
8.2.5 键槽特征	176
8.3 特征操作	177
8.3.1 拔模	178
8.3.2 边倒圆	179
8.3.3 面倒圆	180
8.3.4 倒斜角	182
8.3.5 抽壳	184
8.3.6 缝合	185

8.3.7 修剪	186
8.4 编辑特征	188
8.4.1 编辑特征参数	188
8.4.2 移动特征	190
本章小结	191
参考文献	192
习题	192
第9章 曲面造型	194
9.1 曲面概述	194
9.2 依据点构造曲面	196
9.2.1 通过点创建曲面	196
9.2.2 从极点创建曲面	199
9.2.3 从点云创建曲面	199
9.2.4 扫掠创建曲面	201
9.3 依据曲面构造曲面	203
9.3.1 延伸	203
9.3.2 规律延伸	204
9.3.3 偏置曲面	206
9.3.4 修剪和延伸	207
9.3.5 桥接曲面	208
本章小结	211
参考文献	211
习题	211
第10章 装配设计	214
10.1 装配概述	214
10.1.1 装配的概念	214
10.1.2 装配术语	215
10.1.3 进入装配环境	215
10.1.4 装配导航器	216
10.2 装配常用工具	217
10.2.1 添加组件	217
10.2.2 装配约束类型	219
10.2.3 添加组件、设置约束	220
10.2.4 移动组件	221
10.2.5 替换组件	222
10.3 爆炸图	223

10.3.1	建立爆炸图	223
10.3.2	编辑爆炸图	225
10.3.3	取消爆炸组件	225
10.3.4	删除爆炸图	226
	本章小结	226
	参考文献	227
	习题	227
第 11 章	工程图基础	230
11.1	工程图的创建与视图操作	230
11.1.1	进入工程图环境	230
11.1.2	创建新图纸	232
11.1.3	创建新视图	234
11.2	视图的编辑	236
11.2.1	移动和复制视图	236
11.2.2	删除视图	237
11.3	剖视图的创建	238
11.3.1	创建剖视图	239
11.3.2	创建阶梯剖的剖视图	240
11.3.3	创建半剖视图	241
11.3.4	创建旋转剖视图	242
11.4	工程图的标注	243
11.4.1	创建尺寸	243
11.4.2	标注形位公差	245
11.4.3	添加尺寸公差	246
	本章小结	247
	参考文献	248
	习题	248

第 3 篇 模具设计篇

第 12 章	UG NX 6.0 注塑模具设计基础	251
12.1	UG NX 6.0 注塑成形基础知识	251
12.1.1	注塑成形基础知识	252
12.1.2	MW 模块简介	254
12.2	MW 界面与注塑模具设计步骤简介	254
12.2.1	MW 界面简介	254
12.2.2	注塑模具设计步骤简介	256

12.3 分型的概念与分型分析	260
12.3.1 分型概念	260
12.3.2 分型分析	261
12.4 修补工具	261
12.4.1 片体修补	262
12.4.2 实体修补	264
12.5 设计范例	265
本章小结	268
参考文献	268
习题	269
第 13 章 分模设计	271
13.1 分型管理器	271
13.1.1 设计区域	271
13.1.2 抽取区域和分型线	273
13.1.3 创建/删除曲面补片	274
13.1.4 编辑分型线	274
13.1.5 引导线设计	276
13.1.6 创建/编辑分型面	276
13.1.7 创建型芯和型腔	278
13.1.8 抑制分型	278
13.1.9 模型交换	278
13.2 设计范例	279
本章小结	285
参考文献	285
习题	286
第 14 章 标准件的使用与模具设计后处理	287
14.1 模架管理	287
14.1.1 模具零件的标准化	287
14.1.2 模架基本结构	288
14.1.3 标准模架管理	288
14.2 标准件	292
14.2.1 标准件管理	293
14.2.2 顶杆设计及后处理	294
14.2.3 滑块和浮升销设计	296
14.3 浇注系统设计	299
14.3.1 浇口设计	300

14.3.2 分流道设计	302
14.4 冷却水道设计	306
14.4.1 冷却水道设计概述	306
14.4.2 冷却水道的生成	307
14.5 建腔	308
14.6 模具设计有限元分析	309
14.6.1 UG NX 有限元分析简介	309
14.6.2 编辑环境	310
14.6.3 建立有限元模型	311
14.6.4 有限元模型解算	312
14.6.5 有限元模型后处理	313
本章小结	313
参考文献	314
习题	314

第 4 篇 数控加工篇

第 15 章 UG 数控加工	319
15.1 UG 数控加工编程概述	319
15.1.1 UG 数控加工编程基础	319
15.1.2 UG NX 6.0 数控编程界面简介	321
15.2 UG 数控加工编程	323
15.2.1 创建父节点组	323
15.2.2 创建操作	327
15.2.3 仿真操作刀具路径	328
15.2.4 生成车间文档并执行后处理	331
15.3 UG 数控加工编程实例	332
15.3.1 实例一 平面铣	332
15.3.2 实例二 型腔铣	341
本章小结	346
参考文献	346
习题	346

第 1 篇 CAD/CAM 技术基础篇