



CAD 应用教程丛书



Pro/E

应用教程

©主 编 范钦满 吴永海

东南大学出版社

CAD 应用教程丛书

Pro/E 应用教程

范钦满 吴永海 主 编

东南大学出版社

• 南京 •

内 容 简 介

本书以 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 为平台,深入介绍了 Pro/ENGINEER 的建模理论和实践操作。全书共分 10 章,主要包括:基本操作、草图绘制、基础实体特征、工程特征、特征编辑、基准特征、曲面特征、组件设计、工程图和 Pro/ENGINEER 二次开发等,书中配有大量的范例。本书包含了作者多年的教学和培训经验,编写人员皆为来自教学第一线的资深教师。

本书可作为高等学校和各高职高专相关专业的教材,也可作为各类培训班的培训教材和广大工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

Pro/E 应用教程/范钦满,吴永海主编. —南京:东南大学出版社,2006.11

(CAD 应用教程丛书)

ISBN 7-5641-0564-X

I. P... II. ①范...②吴... III. 机械设计:计算机辅助设计-应用软件,Pro/ENGINEER-高等学校-教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 112044 号

Pro/E 应用教程

主 编	范钦满	选题策划	李 玉
	吴永海	整体设计	
		文字编辑	莫凌燕
责任印制	张文礼	封面设计	毕 真

出版发行	东南大学出版社
社 址	南京四牌楼 2 号
邮 编	210096
经 销	江苏省新华书店

印 刷	南京京新印刷厂
开 本	700mm × 1000mm 1/16
印 张	21.25
字 数	528 千字
版 次	2006 年 11 月第 1 版第 1 次印刷
印 数	1—3000 册
定 价	36.80 元(配光盘 1 张)

(凡因印装质量问题,可直接向发行部调换。电话:025—83793865)

CAD 应用教程丛书编委会名单

主任委员：任祖平

副主任委员：顾寄南 赵贵才 李 玉

委 员：（按姓氏笔画为序）

任祖平 吴 俊 张文莉

李 玉 陈晓平 董祥国

俞 炘 赵贵才 顾寄南

执行主编 李 玉

Publication Explain

出版说明

随着计算机科学的发展,各类院校对计算机应用软件的教学与训练水平的要求也越来越高。特别是工科类大学与职业技术学院的软件教学,急需要有紧跟软件发展水平、应用性较强的教材能供选用。为了搞好 CAD 人才的课堂教学与实践训练、培训工作,承担原国家科委和国家教委“八五”科技攻关国家项目“CAD 应用工程”的“全国 CAD 应用培训网络——南京中心”依托东南大学的支持,与东南大学出版社共同策划,由南京中心牵头组织了东南大学、江苏大学、扬州大学、常州工学院、淮阴工学院、南京信息职业技术学院、常州轻工职业技术学院等 12 所不同层次的大学、职业技术学院的 37 位老师,对目前教学中常用的 12 个应用软件统一编写了大纲,并讨论、规划了 10 种常用软件的教材编写与出版准备工作,本套教材将陆续以丛书形式问世。

工欲善其事,必先利其器。我们希望通过本套丛书的出版,能对当前各类高校学生的教学与训练起到很好的指导作用。

CAD 应用教程丛书编委会

2005 年 6 月

Preface

前言

Pro/ENGINEER 是美国参数技术公司 (PTC) 推出的一套由设计到制造一体化的三维 CAD/CAM/CAE 软件, 功能包括实体与曲面设计、零件组装、二维绘图制作、管路设计、文件格式处理、动态机构仿真、有限元分析、钣金设计、模具设计、电路设计、NC 机械加工制造和刀具路径仿真、逆向工程、同步工程等, 涵盖了产品从概念设计、工业造型设计、三维模型设计、分析计算、动态模拟与仿真、工程图输出到生产加工成成品的全过程, 是目前工业界拥有用户最多、应用最广的三维软件。该软件广泛应用于航空航天、汽车、机械、家电、通讯等行业, 已成为广大工程技术人员的有效工具。

Pro/ENGINEER 野火版 3.0 是 PTC 公司 2006 年 4 月推出的最新版本。PTC 公司宣称, 该版本“蕴涵了丰富的最佳实践, 可以帮助用户更快、更轻松地完成工作, 是 PTC 公司有史以来质量最高的 Pro/ENGINEER 新版本”。

本书以 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 为平台, 以零件设计为主线, 以初、中级读者为对象, 突出工程实践能力和操作技能训练, 注重实用性与技巧性的有机结合, 力求事半功倍, 力图使读者在较短的时间内通过循序渐进的学习真正掌握 Pro/ENGINEER 的各种操作命令和使用方法。

Preface

前言

本书在编写过程中,得到了全国 CAD 应用培训网络——南京中心特别是任祖平教授、赵贵才教授的关心和大力支持;得到了东南大学出版社李玉女士的大力帮助,在此深表感谢。

本书作者皆来自教学第一线,是长期从事 CAD/CAM、Pro/ENGINEER 及工程图学教学的资深教师,具有丰富的教学和培训经验。本书由范钦满、吴永海任主编。全书共分 10 章。吴永海负责编写了第 1、3、4 章,孙丽负责编写了第 2、10 章,范钦满负责编写了第 5、6、7、8 章,吴彦农负责编写了第 9 章,全书由范钦满统稿。本书配有习题光盘 1 张。

本书为 Pro/ENGINEER 三维设计的入门与提高教材,可供普通高等学校各相关专业的本、专科学生使用。鉴于本书的实践性、应用性和新颖性,本书可作为各类高职高专学校相关专业的课程教材,也可作为各类三维设计培训班的培训教材和广大工程技术人员的参考书。

本书虽经反复校对,但因水平和时间的限制,书中疏漏之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

作者

2006 年 9 月



目录

2006

Pro/E

1	Pro/ENGINEER 简介与基本操作	1
1.1	Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 的新增功能	1
1.2	Pro/ENGINEER 的启动	2
1.3	Pro/ENGINEER 界面组成	2
1.3.1	菜单栏	3
1.3.2	工具栏	5
1.3.3	导航栏	6
1.3.4	信息提示区	7
1.3.5	IE 浏览器	8
1.3.6	命令解释区与帮助中心	9
1.3.7	选择过滤器	10
1.3.8	主视区	10
1.4	文件操作与管理	11
1.4.1	创建新的图形文件	11
1.4.2	打开图形文件	11
1.4.3	保存图形文件	13
1.4.4	关闭图形文件	14
1.5	模型显示	15
1.5.1	重画	15
1.5.2	设置模型的旋转中心	15
1.5.3	定向模式开/关	15
1.5.4	缩放模型	15
1.5.5	模型显示形式	16
	练习题	17
2	草图绘制	18
2.1	草绘环境	18
2.1.1	草绘显示工具	18
2.1.2	草绘命令工具栏	19

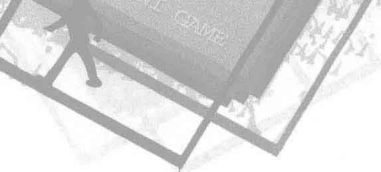


2.2 绘制几何图元	20
2.2.1 绘制直线	20
2.2.2 绘制矩形	21
2.2.3 绘制圆	22
2.2.4 绘制圆弧	23
2.2.5 绘制预定义截面	24
2.3 编辑几何图元	25
2.3.1 尺寸数值的修改	25
2.3.2 修剪	26
2.3.3 镜像	27
2.3.4 缩放与旋转	28
2.4 几何约束	30
2.4.1 几何约束类型	30
2.4.2 解决过度约束	34
2.5 人工标注尺寸	35
2.5.1 标注线性尺寸	35
2.5.2 标注直径	36
2.5.3 标注半径或曲率半径	36
2.5.4 标注角度	37
练习题	40

3 基础实体特征	42
3.1 拉伸特征	42
3.1.1 操控板	42
3.1.2 拉伸深度选项	44
3.1.3 操作步骤	44
3.1.4 实例	45
3.1.5 知识点	52
3.2 旋转特征	53
3.2.1 操控板	53
3.2.2 旋转角度选项	54

3.2.3	操作步骤	54
3.2.4	实例	55
3.2.5	知识点	59
3.3	可变剖面扫描特征	59
3.3.1	操控板	60
3.3.2	剖面方向选项	61
3.3.3	操作步骤	63
3.3.4	实例	64
3.3.5	知识点	67
3.4	混合特征	67
3.4.1	基本概念	68
3.4.2	平行混合	69
3.4.3	旋转混合	70
3.4.4	一般混合	71
3.4.5	实例	71
3.4.6	知识点	78
3.5	螺旋扫描特征	79
3.5.1	用户界面	79
3.5.2	操作步骤	80
3.5.3	实例	80
3.6	综合范例	85
练习题		93

4	工程特征	96
4.1	孔特征	96
4.1.1	基础知识	96
4.1.2	简单孔	98
4.1.3	标准孔	99
4.1.4	草绘孔	101
4.1.5	实例	102



4.2	圆角特征	107
4.2.1	基础知识	107
4.2.2	常数倒圆角	109
4.2.3	可变半径倒圆角	111
4.2.4	完全倒圆角	111
4.2.5	曲线驱动倒圆角	112
4.2.6	实例	113
4.3	倒角特征	116
4.3.1	边倒角	116
4.3.2	拐角倒角	118
4.3.3	实例	119
4.4	壳特征	121
4.4.1	操控板	121
4.4.2	操作步骤	121
4.4.3	实例	122
4.4.4	知识点	123
4.5	筋特征	124
4.5.1	操控板	124
4.5.2	操作步骤	125
4.5.3	实例	125
4.5.4	知识点	127
4.6	综合范例	127
	练习题	137

5	特征编辑	140
5.1	修改	140
5.1.1	特征只读	140
5.1.2	特征重命名	141
5.1.3	尺寸编辑	141
5.1.4	移动基准平面和坐标系的文本	142



5.2 复制和粘贴	143
5.2.1 粘贴	143
5.2.2 选择性粘贴	143
5.2.3 实例	145
5.3 镜像	148
5.3.1 操控板	149
5.3.2 操作步骤	150
5.3.3 实例	150
5.4 阵列	151
5.4.1 基础知识	151
5.4.2 尺寸阵列	152
5.4.3 轴阵列	154
5.4.4 表阵列	156
5.4.5 填充阵列	158
5.5 删除、隐含与恢复	160
5.6 特征重定义	163
5.7 特征排序	165
5.8 综合范例	167
练习题	172

6 基准特征	175
6.1 基准特征概述	175
6.2 基准平面	176
6.3 基准轴	178
6.4 基准点	179
6.5 其他基准	183
6.5.1 基准曲线	183
6.5.2 坐标系	183
6.6 综合范例	184
练习题	192

7	曲面特征	194
7.1	概述	194
7.2	曲面的创建	194
7.2.1	拉伸曲面特征	195
7.2.2	旋转曲面特征	197
7.2.3	扫描曲面特征	200
7.2.4	混合曲面特征	203
7.3	曲面的编辑	208
7.3.1	合并	208
7.3.2	修剪	211
7.3.3	偏移	212
7.3.4	延伸	218
7.3.5	复制	221
7.3.6	镜像	223
7.3.7	移动	223
7.4	综合范例	225
	练习题	232

8	组件设计	233
8.1	概述	233
8.2	组件设计中的约束关系与放置约束原则	234
8.2.1	匹配约束	234
8.2.2	对齐约束	234
8.2.3	插入约束	234
8.2.4	坐标系约束	235
8.2.5	相切约束	235
8.2.6	线上点约束	235
8.2.7	曲面上的点约束	236
8.2.8	曲面上的边约束	236
8.2.9	缺省约束	237

8.2.10 放置约束原则	237
8.3 组件设计的基本操作	237
8.3.1 组件设计模式的进入	237
8.3.2 元件的放置	238
8.3.3 组件设计基本步骤及实例	245
8.4 组件的分解视图(爆炸图)	253
8.4.1 分解视图的基本操作	253
8.4.2 使用“视图管理器”创建新的分解视图	256
8.4.3 分解视图实例	259
练习题	261
9 工程图	262
9.1 概述	262
9.2 新建工程图	263
9.3 绘图环境设置	265
9.4 视图的建立	269
9.4.1 插入一般视图	269
9.4.2 插入投影视图	273
9.4.3 插入详细视图	275
9.4.4 插入辅助视图	276
9.4.5 破断视图	277
9.5 剖视图的建立	279
9.5.1 创建全剖视图	279
9.5.2 修改剖面线的属性	282
9.5.3 创建半剖视图	284
9.5.4 创建局部剖视图	286
9.5.5 创建阶梯剖视图	287
9.5.6 创建旋转视图	289
9.6 工程图的标注	291
9.6.1 显示和拭除	291
9.6.2 尺寸的显示和标注实例	292

9.6.3 尺寸公差的标注	297
9.6.4 几何公差的标注	298
9.6.5 注释的标注	300
9.6.6 表格的插入	301
练习题	302

10 基于 Pro/ENGINEER 的二次开发技术 303

10.1 Pro/ENGINEER 的二次开发	303
10.1.1 Pro/ENGINEER 二次开发基础	303
10.1.2 Pro/ENGINEER 二次开发的关键技术	304
10.2 二次开发技术	309
10.2.1 菜单技术	309
10.2.2 对话框技术	312
10.2.3 参数化程序设计的基本原理	318
10.2.4 工程图的生成和控制	319
10.3 二次开发实例介绍——基于 Pro/ENGINEER 二次开发的曲轴设计系统	320
10.3.1 实例的功能	320
10.3.2 系统设计结构	321
练习题	324

第1章 数控车削加工基础

1.1 数控车床加工概述

现代数控机床是综合应用计算机、自动控制、自动检测以及精密机械等高新技术的产物，是典型的机电一体化产品，是完全新型的自动化机床。

随着科学技术的不断发展，机械产品的性能、结构及形状的不断改进，对零件加工质量和精度的要求越来越高。由于产品变化频繁，目前在一般机械加工中，单件、小批量的产品约占七成以上。为有效地保证产品质量，提高劳动生产率和降低成本，要求机床不仅具有较好的通用性和灵活性，而且要求加工过程实现自动化。在通用机械、汽车、拖拉机等大批量生产的企业中，大都采用自动机床、组合机床和自动生产线，但这种设备的一次投资费用大，生产准备时间长，不适于频繁改型和多种产品的生产，同时也与精度要求高、零件形状复杂的宇航、船舶等其他国防工业的要求不相适应。如果采用仿形机床，首先需要制造靠模，不仅生产周期长，精度也将受到影响。数控机床就是在这种情况下发展起来的一种自动化机床，它适用于零件精度高、形状复杂的单件、小批量生产。

数控机床的出现以及它所带来的巨大效益，引起世界各国科技界和工业界的普遍重视。几十年来，数控机床在品种、数量、加工范围和加工精度等方面有了惊人的发展，随着电子元件的发展，数控装置经历了使用电子管、分立元件、集成电路的过程。特别是使用了小型计算机和微处理机以来，数控机床的性能价格比日趋合理，可靠性日益提高。在工业发达的国家中，数控机床在工业、国防等领域的应用已相当普遍，已由开始阶段的解决单件、小批量复杂形状的零件加工，发展到为减轻劳动强度、提高劳动生产率、保证质量、降低成本

等，在中小批量生产甚至大批量生产中得到应用。现在认为，即使对批量在 500 ~ 5000 件之间的不复杂的零件用数控机床加工也是经济的。随着经济的发展和科学的进步，我国在数控机床方面的开发、研制、生产等将得到迅速发展。发展数控机床是当前机械制造业技术改造的必由之路，是未来工厂自动化的基础。

数控车床是车削加工功能较全的数控机床。它可以把车削、铣削、螺纹加工、钻削等功能集中在一台设备上，使其具有多种工艺手段。数控车床没有旋转刀架或旋转刀盘，在加工过程中由程序自动选用刀具和更换刀位。采用数控车床进行加工可以大大提高产品质量，保证加工零件的精度，减轻劳动强度，为新产品的研制和改型换代节省大量的时间和费用，提高企业产品的竞争能力。

数控加工与普通机械加工有很大的不同。在数控机床加工前，我们要把原先在通用机床上加工时需要操作工人考虑和决定的操作内容及动作，例如：工步的划分与顺序、走刀路线、位移量和切削参数等，按规定的数码形式编成程序，记录在数控系统存储器或磁盘上，它们是实现人与机器联系起来的媒介物。

加工时，控制介质上的数码信息输入数控机床的控制系统后，控制系统对输入信息进行运算与控制，并不断地向直接指挥机床运动的机电功能转换部件——机床的伺服机构发送脉冲信号，伺服机构对脉冲信号进行转换与放大处理，然后由传动机构驱动机床按所编程序进行运动，就可以自动加工出所要求的零件形状。

不难看出，实现数控加工的关键在编程。但光有编程还不行，数控加工还包括编程前必须要做的一系列准备工作及编程后的善后处理工作。

1.2 数控车削加工原理

数控机床是用数字信息进行控制的机床，即把加工信息代码化，将刀具移动轨迹的信息记录在程序介质上，然后输入数控系统，经过译码和运算、控制机床刀具与工件的相对运动、控制加工所要求的各种状态，加工出所需工件的一类机床。数控机床基本工作过程如图 1-1 所示。