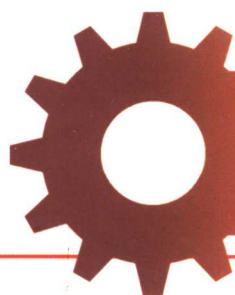


CAD/CAM软件工程教育与培训教程系列丛书

中文版

UG NX4

工程应用教程



基础篇

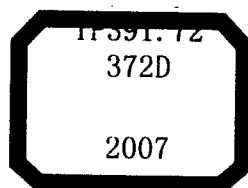
曹岩 主编



光盘中含全书所有的工程实例
文件及主要实例的演示动画



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



CAD/CAM 软件工程教育与培训教程系列丛书

UG NX4 工程应用教程 基础篇

曹 岩 主 编

范庆明 刘红军 副主编



机械工业出版社

本书系统介绍 UG NX4 的主要功能与使用。主要包括：UG NX4 概况、操作基础、曲线、草图、实体造型、工程制图基础、装配基础、数控加工基础、创建父节点组、平面铣和型腔铣、固定轴铣、点位加工、后置处理等。在配套光盘中有形象生动的演示动画，并附带本书所讲述的各种实例文件，以方便读者理解和掌握相关知识。

本书内容新颖实用，实例丰富，可供机械、模具、工业设计、电子、电气等领域的工程技术人员以及 CAD/CAM 研究与应用人员参阅，尤其适合于初学者快速掌握和使用 UG NX4，为进一步深入学习奠定基础。

图书在版编目 (C I P) 数据

UG NX4 工程应用教程 基础篇/曹岩主编.

—北京：机械工业出版社，2006. 12

(CAD/CAM 软件工程教育与培训教程系列丛书)

ISBN 7-111-20513-8

I. U... II. 曹... III. 计算机辅助设计—应用软件, UG NX 教材 IV. TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 150903 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策 划：王思慧

责任编辑：孙 炜

责任印制：杨 曦

北京市朝阳展望印刷厂印刷

2007 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·24.25 印张·600 千字

0 001—5 000 册

定价：42.00 元 (含 1CD)

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

本社购书热线电话：(010) 68326294

封面无防伪标均为盗版

丛 书 序

计算机辅助设计/计算机辅助制造 (CAD/CAM) 技术是先进制造技术的重要组成部分, 是计算机技术在工程设计、制造等领域中具有重要影响的高新技术。CAD/CAM 技术的推广应用有助于利用电子信息技术改造传统产业, 提高企业的活力、竞争能力、市场应变能力和技术创新能力。CAD/CAM 软件作为企业信息化基础应用软件, 其发展过程和趋势是从单项技术的应用到各种技术的集成化应用, 从单个企业向集团联盟化发展, 这不仅是 CAD/CAM 技术和产品的趋势, 同时也反映了制造业信息化技术的应用趋势。CAD/CAM 技术和系统的发展和应用使传统的产品设计方法与生产模式发生了深刻变化, 产生了巨大的经济和社会效益。但是, 目前在 CAD/CAM 技术和系统应用方面存在以下问题:

(1) 为了促进制造业信息化进程, CAD/CAM 应用需要进一步推广和深化, 系统集成化、网络化的深化应用是当前制造业信息化工作的主要任务。

(2) 由于 CAD/CAM 软件种类越来越多, 功能越来越复杂和完善, 版本更新越来越快, 对 CAD/CAM 软件的推广和应用产生多方面的影响。

(3) CAD/CAM 技术和系统的应用不仅仅是掌握一种工具, 其在制造过程中的使用是智能的创造性活动过程, 需要特定领域知识和经验的支持。

(4) 许多企业管理模式落后, 管理水平跟不上, 投资大部分放在硬件上, 软件投资不足, CAD/CAM 技术和系统难以正常、高效地使用。

(5) 对 CAD/CAM 技术和系统方面的人员培训不足, 造成精通掌握 CAD/CAM 技术和系统应用的人员严重缺乏。

(6) 在 CAD/CAM 技术和系统技术咨询、培训、开发等方面的支持不足, 而这是 CAD/CAM 应用需要进一步推广和深化的保障。

我国的 CAD/CAM 工作从 20 世纪 70 年代开始以来, 经过不断的发展和推广应用, 取得了良好的经济和社会效益。少数大型企业已建立起比较完善的 CAD/CAM 系统, 一些中小企业在保证产品质量、提高劳动率等方面也取得了显著效益。以“甩图板”为目标实现绘图设计自动化成为推广应用 CAD/CAM 技术的突破口, 使其在企业中得到广泛应用。但是 CAD/CAM 技术并不仅仅局限于绘图设计自动化, 随着计算机技术、网络技术、CAD/CAM 技术等快速发展, 如何深化推广应用 CAD/CAM 技术、提高 CAD/CAM 应用的层次, 也就成为关注的问题。

尽管我国开展 CAD/CAM 技术应用工作并不晚, 但是从整体上看, 国内 CAD/CAM 技术应用的深度和广度与国外先进水平相比还存在很大差距。作为一种先进手段和工具, CAD/CAM 技术提高了企业的设计和制造能力, 但 CAD/CAM 技术并不能代替人的设计和制造行为、专业技术人员的创造能力和工作经验等。因此, 制造业信息化不仅是技术问题, 更是管理问题和人才问题。波音、福特等国外企业 CAD/CAM 技术的良好应用是得益于其应用经验积累和培养出的高素质技术队伍, 而国内目前非常缺乏能够同时掌握计算机软硬件技术

又具有丰富专业知识的人才。在推进企业信息化过程中最根本的是人,需要大量复合型人才,既通晓信息技术又了解所在行业的知识和经验,培养企业自己的多层次的信息化人才是企业信息化成功的基础。

为帮助广大工程技术人员及大专院校师生全面系统地掌握各种 CAD/CAM 软件的使用方法和技巧,我们组织了数十位工作在生产、科研第一线并具有丰富的 CAD/CAM 软件使用经验的专家和软件使用高手,编写了 CAD/CAM 软件工程教育与培训教程系列丛书,该套丛书从使用者的角度出发,结合作者学习、使用 CAD/CAM 软件的实际经验、体会,通过融经验技巧于一体的典型实例讲解来系统介绍软件的主要功能及使用技巧,解决读者学习和使用软件过程中经常遇到的重点及难点问题,使读者通过不同阶段的学习能够熟练使用 CAD/CAM 软件进行各种工程产品的设计与制造,真正做到学以致用。

丛书定位

按照机械工程设计实践要求,以应用为主线,突出实用性,通过循序渐进的讲解,使用户系统全面地掌握软件系统的功能和使用方法。根据各种软件的特点和功能,将每种软件按照其主要功能的难易程度分为基础篇、精通篇、模具篇等,全面介绍其使用。

(1) 基础篇。由于各种 CAD/CAM 软件功能非常强大,涉及面广,基础篇从软件使用的角度,以读者能够初步掌握软件的主要功能为目标,重点介绍 CAD/CAM 软件的基础内容,使读者能够快速入门,而将高级或者复杂功能放在精通篇中介绍。重点是将基础内容尽可能讲全、讲透,兼顾全面和前后连贯。

(2) 精通篇。精通篇从讲解深度来看,主要讲解基础篇中所没有介绍的高级或者复杂功能,以免与基础篇的内容重复和冲突。重点是在基础篇的基础上,扩展讲解内容的深度和广度。从实现的目标来看,通过精通篇的学习,使读者能够全面、系统、深入地掌握软件的使用。从讲解范围来看,精通篇主要考虑 CAD/CAM 软件中应用比较多的功能。从选择的实例复杂程度来看,要更具有典型性和综合性。

(3) 模具篇。以塑料模、冲压模、压铸模、锻模等各类模具的为例,介绍软件在模具方面的功能和使用。

读者对象

本丛书内容新颖实用,实例丰富,可供从事机械设计与制造、模具、钣金、焊接等专业工程技术人员以及 CAD/CAM 研究与应用人员参阅,尤其适合于初学者快速掌握和使用其主要功能,为进一步深入学习奠定基础。也可作为大专院校和各种培训结构 CAD/CAM 等相关课程的教材或参考书。

结构安排

(1) 为了便于读者使用,每本书根据软件功能特点,将软件功能的讲解划分为不同的功能模块,然后分别划入基础篇、精通篇等书中进行讲解,使读者能够快速入门,并在此基础上逐步精通其使用。

(2) 每一章的讲解以功能的使用为主线,穿插小实例的讲解,加深读者对讲解内容的理解,提高其实际操作能力。

(3) 每一本书的最后通过典型综合实例的讲解, 综合应用该书前面所介绍的软件功能, 提高读者的综合使用软件各种功能的能力。

(4) 在实例讲解过程中, 适时进行技巧分析和知识扩展, 便于读者全面掌握软件功能。

(5) 配套光盘中附有实例文件和形象生动的演示动画, 以方便读者理解和掌握相关知识。

近期出版的图书

CAD/CAM 软件工程教育与培训教程系列丛书选择目前广泛运行于微机平台之上的主流 CAD/CAM 软件, 分批出版相应图书, 介绍其使用。第一批出版的图书目录如下:

- (1) 《AutoCAD 2007 工程应用教程——基础篇》
- (2) 《AutoCAD 2007 工程应用教程——精通篇》
- (3) 《AutoCAD 2007 工程应用教程——开发篇》
- (4) 《SolidWorks 2007 工程应用教程——基础篇》
- (5) 《SolidWorks 2007 工程应用教程——精通篇》
- (6) 《SolidWorks 2007 工程应用教程——开发篇》
- (7) 《UG NX4 工程应用教程——基础篇》
- (8) 《UG NX4 工程应用教程——CAD 精通篇》
- (9) 《UG NX4 工程应用教程——CAM 精通篇》
- (10) 《UG NX4 工程应用教程——模具篇》
- (11) 《UG NX4 工程应用教程——开发篇》
- (12) 《Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 工程应用教程——基础篇》
- (13) 《Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 工程应用教程——精通篇》
- (14) 《Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 工程应用教程——模具篇》
- (15) 《CATIA V5 工程应用教程——基础篇》
- (16) 《CATIA V5 工程应用教程——精通篇》
- (17) 《Mastercam X 工程应用教程——基础篇》
- (18) 《Mastercam X 工程应用教程——精通篇》
- (19) 《Mastercam X 工程应用教程——模具篇》
- (20) 《MDT 2007 工程应用教程——基础篇》
- (21) 《MDT 2007 工程应用教程——精通篇》
- (22) 《SolidEdge 18.0 工程应用教程——基础篇》
- (23) 《SolidEdge 18.0 工程应用教程——精通篇》
- (24) 《Cimatron 8.0 工程应用教程》
- (25) 《CAXA 电子图板 2007 工程应用教程》
- (26) 《Visio 2003 工程应用教程》
- (27) 《Matlab 7 R14 工程应用教程》
- (28) 《Altium Designer 6.0 工程应用教程》
- (29) 《UGS IMAGEWARE NX V12.1 工程应用教程》
- (30) 《Ansys 10.0 工程应用教程》

(31) 《Inventor 10.0 工程应用教程》

(32) 《Vericut 工程应用教程》

(33) 《Delcam 工程应用教程》

(34) 《SPSS 14.0 工程应用教程》

(35) 《Rhinceros 3.0 工程应用教程》

“CAD/CAM 软件工程教育与培训教程系列丛书”由曹岩主编。

前 言

Unigraphics (简称 UG) 是当今世界上最先进的、紧密集成的 PLM 软件, 它为整个制造行业提供了全面的产品生命周期解决方案。UG 一直为全球领先的企业提供最全面的、经过验证的解决方案, 其中包括通用汽车、波音飞机、通用电气、爱立信、松下等多家世界前 500 强企业。UGS 公司是产品全生命周期管理 (PLM) 领域的市场领导者, 它所提供的解决方案可以帮助制造业企业优化产品全生命周期的全过程。作为 PLM 软件与服务的单一供应商, UGS 公司能够将产品全生命周期的各个过程转化成真正的竞争优势, 并在产品的创新、质量、上市时间以及最终价值等方面为客户带来显著的效益。

作者结合自己学习使用 UG NX4 的心得体会, 系统地向读者介绍 UG NX4 的内容。通过学习, 使读者能应用 UG NX4 系统作为开发平台, 针对企业产品特点, 快速高效地开发适应市场需求的产品。

《UG NX4 工程应用教程 基础篇》系统介绍 UG NX4 的主要功能与使用, 包括 UG NX4 概况、操作基础、曲线、草图、实体造型、工程制图基础、装配基础、数控加工基础、创建父节点组、平面铣和型腔铣、固定轴铣、点位加工、后置处理等内容。本书内容新颖实用, 实例丰富, 可供机械、模具、工业设计、电子、电气等领域的工程技术人员以及 CAD/CAM 研究与应用人员参阅, 尤其适合于初学者快速掌握和使用 UG NX4, 为进一步深入学习奠定基础。

本书从使用者的角度出发, 通过融经验技巧于一体的典型实例讲解, 系统介绍 UG NX4 的主要功能以及使用方法与过程。在配套光盘中附有实例文件和形象生动的演示动画, 以方便读者理解和掌握相关知识。主要内容包括:

(1) UG NX4 概况: 介绍 UG NX4 主要功能模块、UG NX4 新特性和 UG NX4 软件的安装。

(2) UG NX4 操作基础: 介绍 UG NX4 操作的基本知识, 包括工作界面、文件管理、坐标系、层操作、视图的布局、工具条的定制、系统参数设置、鼠标和快捷键及 UG 基本工具。

(3) 曲线: 介绍 UG NX4 曲线的基本功能, 包括曲线的生成、编辑和操作。

(4) 草图: 介绍 UG NX4 草图的基本功能, 包括建立草图、草图的约束和定位、草图的操作和草图参数的预设置。

(5) 实体造型: 介绍 UG NX4 实体造型模块的基本功能, 包括基准特征创建、基本体素创建、成型特征创建、特征操作创建、特征编辑创建和模型导航工具。

(6) 工程制图基础: 介绍 UG NX4 制图中的基本功能。

(7) 装配基础: 介绍 UG NX4 装配模块的基本功能, 利用该模块将关系零部件按照装配组合关系组合成装配部件。同时讲解装配爆炸图和装配工程图等功能。

(8) 数控加工基础: 介绍 UG NX4 数控加工基础、数控加工类型、数控加工的过

程及操作导航工具功能模块。

(9) 创建父节点组：介绍几何体父节点组、刀具父节点组、加工方法和程序组的创建方法。

(10) 平面铣和型腔铣：介绍平面铣(Planar Milling)操作、型腔铣操作(Cavity Mill)的概念及在精加工和粗加工中的使用方法。

(11) 固定轴铣：介绍如何创建固定轴曲面轮廓铣(Fixed Contour)操作及固定轴曲面轮廓铣的选项和特有的概念。

(12) 点位加工：介绍点位操作，包括钻孔、绞孔、镗孔、攻螺纹、铆接、点焊和任何包含在几何体上的定位一切入材料—退刀这一刀具运动过程的操作。

(13) 后置处理：介绍后置处理，UG/Post、PostBuildr 和使用方法，及用 PostBuildr 创建一个后置处理的过程。

本书由曹岩任主编，范庆明、刘红军任副主编。第 1、2、8、9 章由范庆明编写，第 3、4、5 章由刘红军编写，第 10、11、12、13 章由陈荣编写，第 6、7 章由万能编写。

其他编写人员还有杨艳丽、白瑀、曹红、谭毅、李朝朝、陶毅、杨红梅、杜江、董爱民、韩敏、姚慧等。

由于作者水平及使用经验所限，疏漏之处在所难免，望各位读者不吝赐教，作者在此深表感谢。

作者
2006 年 9 月

目 录

丛书序

前言

第 1 章	UG NX4 概况	1
1.1	UG NX4 简介	1
1.2	UG NX4 主要功能模块	2
1.2.1	Gateway 模块	2
1.2.2	建模模块	2
1.2.3	工程制图模块	2
1.2.4	装配建模模块	3
1.2.5	工业造型模块	3
1.2.6	CAM 模块	3
1.2.7	有限元分析模块	4
1.2.8	运动分析模块	4
1.2.9	钣金模块	5
1.2.10	注塑模具设计向导模块	5
1.2.11	冲压模工程向导模块	5
1.2.12	布线模块	5
1.2.13	UG 二次开发模块	5
1.3	UG NX4 新特性	6
1.4	UG NX4 软件的安装	7
第 2 章	UG NX4 操作基础	11
2.1	软件界面	11
2.1.1	绘图工作区	11
2.1.2	菜单栏	12
2.1.3	工具条	12
2.1.4	提示栏和状态栏	12
2.2	文件管理	13
2.2.1	新建文件	13
2.2.2	打开文件	14
2.2.3	保存文件	14
2.2.4	关闭文件	14
2.2.5	导入导出文件	16
2.3	坐标系	16
2.4	层操作	19

2.4.1	种类设置	19
2.4.2	层的设置	21
2.4.3	层的其他操作	22
2.5	视图的布局	23
2.5.1	视图布局功能	23
2.5.2	视图布局的操作	24
2.6	工具条的定制	26
2.6.1	工具条的显示和隐藏	26
2.6.2	命令设置	27
2.6.3	选项设置	27
2.6.4	布局设置	28
2.7	系统参数设置	28
2.7.1	对象参数设置	28
2.7.2	用户界面参数	30
2.7.3	资源板参数设置	31
2.7.4	可视化参数设置	31
2.7.5	选择参数设定	33
2.7.6	工作平面设定	33
2.8	鼠标和快捷键	34
2.9	UG NX4 基本工具	35
2.9.1	点构造器	35
2.9.2	矢量构造器	37
2.9.3	类选择器	39
2.10	综合练习实例	41
第3章	曲线	43
3.1	基本曲线	43
3.1.1	直线的建立	43
3.1.2	圆弧/圆的建立	46
3.1.3	倒圆	47
3.1.4	倒角	49
3.1.5	创建矩形	49
3.1.6	创建正多边形	49
3.2	创建特殊曲线	50
3.2.1	椭圆	51
3.2.2	抛物线	51
3.2.3	双曲线	51
3.2.4	一般二次曲线	52
3.2.5	创建规律曲线	54
3.2.6	螺旋线	55

3.2.7	样条曲线	56
3.2.8	表面上的曲线	59
3.3	曲线编辑	60
3.3.1	编辑曲线	60
3.3.2	编辑曲线参数	60
3.3.3	修整曲线	64
3.3.4	裁剪角	65
3.3.5	分割曲线	66
3.3.6	编辑圆角	66
3.3.7	拉伸	67
3.3.8	编辑弧长	67
3.4	曲线操作	67
3.4.1	曲线编辑	67
3.4.2	在面上偏置	69
3.4.3	桥接曲线	69
3.4.4	曲线简化	70
3.4.5	曲线合并	71
3.4.6	曲线投影	71
3.4.7	曲线组合投影	72
3.4.8	曲线缠绕与展开	73
3.4.9	相交曲线	74
3.4.10	截面	74
3.4.11	曲线抽取	75
3.5	综合举例	76
3.5.1	样条曲线及其编辑	76
3.5.2	设计弹簧	78
第 4 章	草图	80
4.1	建立草图	80
4.1.1	建立草图工作平面	80
4.1.2	建立草图对象	81
4.2	草图约束和定位	83
4.2.1	建立几何约束	83
4.2.2	建立尺寸约束	86
4.3	草图操作	87
4.3.1	草图镜像	87
4.3.2	偏置曲线	88
4.3.3	编辑曲线	88
4.3.4	编辑定义线串	88
4.4	草图预设置	89

4.5	综合练习实例：生成一个旋转体零件	90
第5章	实体造型	93
5.1	概述	93
5.2	基准特征创建	93
5.2.1	基准轴	94
5.2.2	基准面	94
5.3	基本体素创建	96
5.3.1	长方体	96
5.3.2	圆柱体	97
5.3.3	圆锥体	98
5.3.4	球体	98
5.4	成型特征创建	99
5.4.1	定位	99
5.4.2	孔特征	100
5.4.3	圆台特征	102
5.4.4	腔体特征	102
5.4.5	凸垫特征	105
5.4.6	键槽特征	106
5.4.7	沟槽特征	108
5.4.8	布尔运算	109
5.5	特征操作创建	110
5.5.1	拔模	110
5.5.2	边倒圆	111
5.5.3	面倒圆	113
5.5.4	软倒圆	114
5.5.5	倒角	115
5.5.6	抽壳	115
5.5.7	螺纹	116
5.5.8	特征阵列	118
5.5.9	缝合	122
5.5.10	补片	123
5.5.11	简化体	123
5.5.12	包络几何体	124
5.5.13	偏置面	125
5.5.14	比例	126
5.5.15	裁剪体	127
5.5.16	实体分割	128
5.5.17	拉伸	128
5.5.18	回转	130

5.5.19	沿导引线扫描	131
5.5.20	管子	132
5.6	特征编辑创建	132
5.6.1	编辑特征参数	133
5.6.2	编辑定位参数	135
5.6.3	移动特征	135
5.6.4	特征重新排序	136
5.6.5	替换特征	137
5.6.6	抑制特征	137
5.6.7	取消抑制特征	138
5.6.8	表达式抑制特征	138
5.6.9	去除参数	139
5.6.10	实体密度	139
5.7	部件导航器	140
5.8	综合练习实例	140
第 6 章	工程制图基础	143
6.1	工程图的创建与视图操作	143
6.1.1	进入制图	143
6.1.2	创建新图纸	143
6.1.3	创建新视图	144
6.2	剖视图创建	145
6.2.1	创建剖切视图	145
6.2.2	创建阶梯剖切视图	146
6.2.3	创建半剖切视图	146
6.2.4	创建旋转剖切视图	146
6.3	工程图标注	147
6.3.1	建立尺寸	148
6.3.2	编辑尺寸	149
6.3.3	删除尺寸	150
6.3.4	尺寸附加文本	150
6.3.5	添加尺寸公差	151
6.4	编辑绘图对象	151
6.4.1	编辑原点	151
6.4.2	编辑剖切线	152
6.4.3	编辑元件	152
6.4.4	编辑引线	153
6.4.5	抑制制图对象	153
6.5	工程图的其他操作	154
6.5.1	零件明细表	154

6.5.2	实用符号	155
6.5.3	ID 符号	156
6.5.4	表面粗糙度符号	156
6.6	工程图参数的设置	157
6.6.1	制图参数预设置	157
6.6.2	原点	158
6.6.3	剖切线显示的预设置	159
6.6.4	视图参数的预设置	159
6.6.5	视图标记的预设置	160
6.7	综合练习实例	161
6.7.1	制图准备——设置及其实现	161
6.7.2	制图准备——制作图框文件	163
6.7.3	装配图的创建和编辑	164
第 7 章	装配基础	167
7.1	装配概述	167
7.1.1	装配术语与定义	167
7.1.2	装配中部件的状态	168
7.2	装配操作与约束	168
7.2.1	创建一个装配部件	168
7.2.2	添加配对条件	169
7.3	爆炸图	171
7.3.1	建立爆炸视图	171
7.3.2	爆炸图的其他操作	172
7.4	装配工程图	173
7.4.1	创建装配工程图	173
7.4.2	添加装配工程图剖视图	174
7.4.3	添加标注尺寸	174
7.5	综合练习实例	175
第 8 章	数控加工基础	178
8.1	数控加工概述	178
8.1.1	数控加工基本原理	178
8.1.2	数控机床的组成、工作原理及其分类	179
8.1.3	数控编程的内容与方法	181
8.1.4	数控编程的方法	182
8.1.5	数控编程的基本知识	182
8.2	加工类型简介	185
8.3	数控加工的过程	188
8.4	操作导航工具	191
8.4.1	操作导航工具视图	192

8.4.2	参数继承关系	193
8.4.3	操作导航工具的弹出菜单	193
8.5	综合练习实例	201
第 9 章	创建父节点组	206
9.1	创建几何体父节点组	206
9.1.1	创建几何体的一般步骤	206
9.1.2	创建加工坐标系	207
9.1.3	创建铣削几何体、工件几何体	209
9.1.4	创建铣削边界	213
9.1.5	创建铣削区域	217
9.1.6	创建永久边界	218
9.2	创建刀具父节点组	221
9.2.1	创建刀具步骤	222
9.2.2	创建铣刀	222
9.2.3	创建孔加工刀具	225
9.2.4	创建车削加工刀具	226
9.2.5	从刀库中选取刀具	228
9.3	创建加工方法	229
9.3.1	创建加工方法的步骤	229
9.3.2	指定加工余量和公差	230
9.3.3	设置进给量	230
9.3.4	设置刀具路径显示颜色	231
9.3.5	设置刀具路径显示的方式	232
9.4	创建程序组	233
9.5	创建操作	233
9.5.1	创建加工方法的步骤	233
9.5.2	在操作对话框中重新选择或编辑对象	234
9.6	综合练习实例：定模板型框加工	234
第 10 章	平面铣和型腔铣	242
10.1	平面铣和型腔铣概述	242
10.2	创建平面铣操作	243
10.3	创建面铣操作	246
10.4	创建型腔铣操作	246
10.4.1	创建平面铣操作实例	248
10.4.2	创建型腔铣操作实例	252
10.5	需要的几何体	254
10.5.1	平面铣	254
10.5.2	面铣	257
10.5.3	型腔铣	258

10.6	各项加工参数的设置	259
10.6.1	切削方法和步距	259
10.6.2	附加刀路	262
10.6.3	切削角	263
10.6.4	进退刀	263
10.6.5	切削选项	268
10.6.6	拐角控制	273
10.6.7	避让几何体	275
10.6.8	进给率	276
10.6.9	机床控制	277
10.7	综合练习实例：型腔铣	278
第 11 章	固定轴铣	283
11.1	创建固定轴铣操作	284
11.1.1	方法	284
11.1.2	创建固定轴曲面轮廓铣刀轨	286
11.2	几何体和驱动方式	289
11.2.1	几何体	289
11.2.2	驱动方式	290
11.3	刀轴与投射矢量	302
11.3.1	刀轴	302
11.3.2	投影矢量	302
11.4	切削参数和非切削运动参数	303
11.4.1	切削参数	303
11.4.2	非切削运动参数	307
11.4.3	使用非切削运动实例	310
11.5	综合练习实例	313
第 12 章	点位加工	318
12.1	创建点位加工操作	318
12.1.1	创建加工几何	319
12.1.2	创建刀具	320
12.1.3	创建操作	321
12.1.4	创建点位操作实例	323
12.2	设置点位加工几何参数	331
12.2.1	指定加工位置	331
12.2.2	工件表面和加工底面设置	332
12.3	一般参数设置	332
12.4	循环控制	333
12.5	优化刀具路径	337
12.6	综合练习实例	338