

UGS PLM 应用指导系列丛书
UGS PLM Software

SIEMENS

UG NX5

设计基础培训教程



洪如瑾 编译
徐六飞 审校



清华大学出版社

UGS PLM 应用指导系列丛书

UG NX5 设计基础培训教程

洪如瑾 编译

徐六飞 审校

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书根据美国 UGS 公司全球通用的优秀 NX5 培训教程 Student Guide: 《Essentials for NX Designer》编译而成,旨在为 UG NX5 新用户提供一个坚实的设计基础。

本书内容包括 NX 用户交互技术、产品模型构思、产品模型详细设计、装配建模、主模型概念及应用。读者通过学习与上机实践,将熟悉 NX 用户界面,正确掌握零件与产品设计的 3D 建模与 2D 出图的操作技能,增强对实体建模与装配工具的灵活应用,及其在实际产品开发中的协同应用。

本书在编译与审校过程中忠于原著,所有章节练习均经过上机复核。所附光盘除练习实例部件文件外,还提供有简洁的演示视频文件。

本书适合于作为初学者的 CAD 基础培训教材与自学参考书,并适合有一定基础的老用户升版学习,也可作为大、中专院校及职业培训的 CAD 课程教材。

版权声明

本系列丛书为 UGS PLM Solutions (中国) 公司 (原名: 优集系统 (中国) 有限公司) 独家授权的中文版培训教程与使用指导。本书的专有出版权属清华大学出版社所有。在没有得到 UGS PLM Solutions (中国) 公司和本丛书出版者的书面许可,任何单位和个人不得复制与翻印。

版权所有,违者必究。

“Copyright 2000 by Unigraphics Solutions Inc.

Original English Language Edition Copyright

2000 by Unigraphics Solutions Inc. All Rights Reserved”

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

UG NX5 设计基础培训教程/洪如瑾编译. —北京:清华大学出版社,2007.10
(UGS PLM 应用指导系列丛书)

ISBN 978-7-302-16141-7

I. U… II. 洪… III. 计算机辅助设计-应用软件, UG NX5 -教材 IV. TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 144896 号

责任编辑:许存权 纪文远 周中亮

封面设计:范华明

版式设计:高伟

责任校对:焦章英

责任印制:何芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社总机:010-62770175

邮购热线:010-62786544

投稿咨询:010-62772015

客户服务:010-62776969

印刷者:北京鑫海金澳胶印有限公司

装订者:三河市李旗庄少明装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:22 字 数:473 千字

附光盘 1 张

版 次:2007 年 10 月第 1 版

印 次:2007 年 10 月第 1 次印刷

印 数:1~5000

定 价:39.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:026812-01

UGS PLM 应用指导系列丛书序

UGS 公司是全球领先的产品生命周期管理 (PLM) 软件和服务供应商, 在全世界拥有近 46000 家客户, 全球装机量超过 400 万台/套。公司倡导软件的开发性与标准化, 并与客户密切协作, 提供产品数据管理、工程协同和产品设计、分析与加工的完整解决方案, 帮助客户实现管理流程的改革与创新, 以期真正获得 PLM 所带来的价值。

计算机辅助技术的发展与应用极为迅速, 软件的技术含量和功能更新极快。为了帮助 UGS 的客户正确与高效地应用 MCAD/CAE/CAM 技术于产品开发过程和满足广大 UG 爱好者了解和学习的要求, 优集系统 (中国) 有限公司与清华大学出版社北京清大金地科技有限公司从 2000 年起, 联合组织出版了中文版 “Unigraphics 应用指导系列丛书”。该系列丛书的出版深受广大用户与读者的欢迎。为了帮助 UGS 客户正确与高效地应用 UGS PLM 产品生命周期管理解决方案于产品开发过程和满足广大读者进一步学习要求, 双方决定将原有的中文版 “Unigraphics 应用指导系列丛书” 扩展为中文版 “UGS PLM 应用指导系列丛书”。

新扩展的系列丛书由两部分组成:

- (1) NX MCAD/CAE/CAM 实用教程与应用指导;
- (2) Teamcenter 实用教程与应用指导。

实用教程均采用全球通用的、最优秀的学员指导 (UG Student Guide) 教材为基础, 组织国内优秀的 UG 培训教员与 UG 应用工程师编译。最后由 UGS 公司 (中国) 指定的专家审校。

应用指导汇集有关专家的使用经验, 以简洁清晰的形式写成, 可以帮助广大用户快速掌握和正确应用相应的 UGS PLM 产品模块功能与技巧。

系列丛书的读者对象为:

- (1) 已购买 UGS PLM Solutions 软件的广大用户

实用教程可作为 CAD、CAE、CAM 与 PDM 离线培训与现场培训的教材或自学参考书。

应用指导可作为快速入门或进一步自学提高的参考书。

- (2) 选型中的 UGS 潜在用户

实用教程可作为预培训的教材, 或深入了解 UGS PLM Solutions 软件产品、模块与功能的参考书。

应用指导可作为快速入门或进一步自学提高的参考书。

- (3) 在校机械、机电专业本科生与研究生

实用教程可作为 CAD、CAE、CAM 与 PDM 专业课教材, 研究生做课题中的自学参考书。

应用指导可作为快速入门或进一步自学提高的参考书。

(4) 机械类工程技术人员

实用教程可作为再教育的教材或自学参考书。

应用指导可作为快速入门或进一步自学提高的参考书。

系列丛书的编译、编著、审校工作得到优集系统(中国)有限公司和各授权 NX 培训中心的大力支持,特别是得到 UGS 公司中国区总裁袁超明先生、技术总监宣志华先生的直接指导与支持,在此表示衷心的感谢。

参与系列丛书的编译、编著、审校的全体工作人员认真细致地写稿、审稿、改稿,正是他们付出的辛勤劳动,本系列丛书才得以在短时间内完成,在此也表示衷心的感谢。

最后要感谢清华大学出版社北京清大金地科技有限公司,在系列丛书的策划、出版过程中给予的特别关注、指导与支持。

UGS PLM 软件在继续发展与升级,随着新版本、新模块与新功能的推出,PLM 系列丛书也将定时更新和不断增册。

由于时间仓促,书中难免有疏漏与错误之处,敬请广大读者批评指正。

UGS PLM 应用指导系列丛书工作组

前 言

计算机辅助设计 (CAD) 是企业应用计算机辅助技术的基础。通过 CAD 建立的产品零件三维相关参数化模型是并行协作产品开发过程的主模型。

本书旨在为 UG NX5 新用户提供一个坚实的设计基础。读者通过学习本书与上机实践, 将熟悉并使用 NX 用户界面, 正确掌握零件与产品设计的 3D 建模与 2D 出图的操作技能, 增强对实体建模与装配工具灵活性的了解及在真实世界的产品开发协作中的应用。

本书是基于 UGS 公司学习介质开发部 2007 年 4 月提供的全球通用优秀 NX5 培训课程 Student Guide: 《ESSENTIALS FOR NX DESIGNER》编译的, 是学习 NX CAD 的入门级基础教程。

本书共有正文 18 章:

第 1 章 NX 部件文件。本章是关于 NX 部件工作的基本介绍, 包括启动 NX 作业、建立新部件、打开已存部件、复制已存部件、关闭部件和退出 NX。

第 2 章 NX 用户界面。本章是关于 NX 用户界面的基本介绍, 包括定制工具条、应用角色存储与恢复定制工具条、选择对象、操纵工作视图方位。

第 3 章 坐标系。本章是关于 NX 中坐标系的介绍, 包括绝对坐标系与工作坐标系的描述、工作坐标系的动态操纵以及获取相对于工作坐标系的几何体信息。

第 4 章 草图。本章介绍创建草图的方法, 包括定义草图平面、建立草图曲线、作用尺寸约束与几何约束到草图以及转换草图曲线和尺寸到参考状态。

第 5 章 基准特征。本章介绍基准面与基准轴特征。包括建立基准面、建立基准轴、建立基准坐标系、以及利用基准特征去定位其他特征。

第 6 章 扫掠特征。本章将识别和建立截面线串定义实体或片体 3 种类型的扫掠特征, 包括建立拉伸特征、建立旋转特征、建立沿引导线的扫掠特征以及了解与使用布尔操作选项。

第 7 章 部件结构。本章介绍了解和更新部件结构的方法, 包括利用部件导航器、识别表达式、利用回放特征、抑制与释放特征、重排特征时序、了解模型构造过程、测量距离及计算质量特性。

第 8 章 利用草图。本章介绍附加的草图编辑方法, 包括拖曳草图对象、用推断约束工作、建立一交替解、重排序草图及重附着草图。

第 9 章 修剪体。本章介绍利用修剪体命令定义实体形状。

第 10 章 扫掠特征选项。本章介绍拔模、偏置及选择意图在建立扫掠特征中的应用, 包括作用设计意图到相交曲线与多环的截面、建立带偏置的拉伸以及建立带拔模的拉伸。

第 11 章 孔特征。本章介绍孔特征, 包括建立和定位孔特征、编辑孔特征的参数与位置。

第 12 章 表达式。本章是关于表达式的基本介绍,包括建立与编辑表达式。

第 13 章 壳。本章介绍壳特征,包括建立壳特征、规定被移除的表面及作用更改的厚度到一表面。

第 14 章 相关拷贝。本章介绍特征引用阵列和镜像体,包括建立特征的矩形阵列、建立特征的圆形阵列、镜像体。

第 15 章 边缘操作。本章介绍边缘倒圆与倒角命令,包括建立边缘倒圆、建立边缘倒角。

第 16 章 装配介绍。本章介绍装配应用,包括设置装配加载选项、用装配导航器工作。

第 17 章 添加和约束组件。本章将示范添加组件到一装配,用约束可以设计在组件间的关联性。包括添加组件到一装配、移动组件、定义约束。

第 18 章 主模型。本章介绍主模型概念,包括检查已存主模型、编辑主模型并更新相关的非-主模型、建立新的主模型。

第 19 章 介绍制图。本章是关于制图应用的介绍,包括建立、打开和删除图纸,添加、编辑和移除在图纸上的视图,建立实用符号和注释。

为了向读者更详细地介绍 UG NX5 CAD 相关的实用功能,本书附加 7 个附录。

附录 A: 表达式运算符。本附录介绍用于表达式的各种运算符。

附录 B: Point (点) 对话框。本附录介绍可以使用的各种点构造方法。

附录 C: 体素实体。本附录介绍两种类型体素特征的建立,即方块和圆柱。

附录 D: 有预定义形状的特征。本附录介绍相关定位的附加特征,以前称为成形特征的特征。包括键槽、凸台、凸垫、腔和沟槽。

附录 E: 客户默认。本附录介绍影响 NX 默认界面与行为的客户默认设置。这些主题通常涉及系统管理员的职责。

附录 F: 定制角色。本附录介绍建立用户级和组级的角色。

附录 G: 传统的配对条件。本附录介绍 NX5 以前版本使用的传统配对条件。

本书的主要章节均附有逐步求解过程的示范练习。本书所附光盘含有所有练习中需要的部件文件,供读者自己动手实践练习。

本书由上汽信息公司 NX 授权培训中心、NX 资深教员徐六飞老师审校,她对本书初稿做了非常认真细致的校核,在此表示衷心的感谢。

编 者

2007 年 6 月

目 录

第 1 章 NX 部件文件.....	1
1.1 启动 NX.....	1
1.1.1 Gateway 应用.....	2
1.1.2 NX 窗口.....	2
1.1.3 提示行与状态行.....	2
1.1.4 菜单条.....	3
1.2 使用新文件模板.....	3
1.2.1 什么是模板.....	3
1.2.2 利用模板去建立新文件.....	4
1.2.3 存储未命名的模板.....	4
1.2.4 层.....	5
1.2.5 练习：建立一个新部件.....	6
1.3 使用已存部件文件.....	6
1.3.1 在 Windows 文件对话框中有用的特征.....	6
1.3.2 打开多个部件.....	7
1.3.3 练习 1：打开一个已存部件.....	7
1.3.4 练习 2：另存部件.....	8
1.3.5 练习 3：关闭选择的部件.....	8
1.4 退出 NX.....	10
第 2 章 NX 用户界面.....	11
2.1 工具条.....	11
2.1.1 综述.....	11
2.1.2 定制工具条.....	12
2.1.3 练习：工具条.....	13
2.2 角色.....	14
2.2.1 选择一个角色.....	14
2.2.2 激活一角色.....	15
2.2.3 练习：角色.....	15
2.3 鼠标导航.....	16
2.3.1 视图快捷菜单.....	17
2.3.2 辐射式菜单.....	18

2.3.3	图形窗口视图操纵.....	19
2.3.4	选择对象.....	19
2.3.5	练习：视图.....	21
第 3 章	坐标系.....	24
3.1	坐标系综述.....	24
3.1.1	绝对坐标系.....	24
3.1.2	工作坐标系.....	25
3.2	工作坐标系选项.....	25
3.3	工作坐标系动态操纵.....	26
3.4	工作坐标系练习.....	27
第 4 章	草图.....	32
4.1	草图综述.....	32
4.1.1	草图约束.....	33
4.1.2	在适当位置中的草图和 In 路径上的草图.....	33
4.1.3	建立一新草图.....	34
4.1.4	内部与外部的草图.....	36
4.1.5	练习：建立草图.....	36
4.2	草图曲线.....	37
4.2.1	推断约束介绍.....	38
4.2.2	轮廓.....	38
4.2.3	线-弧过渡和象限符号.....	39
4.2.4	在轮廓中的对象类型选项与输入模式.....	40
4.2.5	在选择条上的捕捉点选项.....	41
4.2.6	练习：建立草图几何体.....	42
4.3	草图曲线功能.....	43
4.3.1	快速修剪.....	43
4.3.2	快速延伸.....	44
4.3.3	建立拐角.....	45
4.3.4	圆角.....	45
4.3.5	练习：圆角.....	45
4.3.6	练习：快速修剪、快速延伸，建立拐角.....	47
4.4	约束基础.....	50
4.4.1	自由度.....	50
4.4.2	自由度箭头.....	51
4.5	几何约束.....	51
4.5.1	几何约束类型.....	52

4.5.2 显示约束符号	53
4.5.3 从激活转换到参考和从参考转换到激活	53
4.5.4 练习：几何约束	54
4.6 尺寸约束	55
4.6.1 尺寸类型	56
4.6.2 建立尺寸	56
4.6.3 编辑尺寸	57
4.6.4 评估与更新模型	57
4.6.5 练习：尺寸约束	58
4.7 建立推断尺寸	59
4.8 删除和抑制草图	60
4.9 练习	60
4.9.1 练习 1：约束一轮廓	60
4.9.2 练习 2：草绘和约束衬垫	65
4.9.3 练习 3：约束条件	67
第 5 章 基准特征	71
5.1 基准面	71
5.1.1 基准面类型与选项	71
5.1.2 基准面的应用	72
5.2 建立基准平面	73
5.2.1 在距离上	73
5.2.2 在角度上	73
5.2.3 平分	74
5.2.4 在点、线或面上相切表面	74
5.2.5 曲线和点、三点	74
5.2.6 练习：相对基准面	75
5.3 基准轴	77
5.3.1 基准轴类型	78
5.3.2 基准轴应用	79
5.4 建立基准轴	79
5.4.1 两点	79
5.4.2 交线	79
5.4.3 曲线/面轴	80
5.4.4 基准坐标系	80
5.4.5 练习：柱面与基准面	80
5.4.6 练习：定义其他基准的基准	84

第6章 扫掠特征	86
6.1 扫掠特征类型.....	86
6.2 拉伸和旋转：共同的选项.....	87
6.3 布尔操作.....	87
6.4 体的类型.....	88
6.5 拉伸.....	89
6.6 旋转.....	89
6.7 沿引导线扫描.....	90
6.8 练习.....	91
6.8.1 拉伸一草图.....	91
6.8.2 沿一开口引导线串扫掠.....	91
6.8.3 添加旋转特征.....	93
6.8.4 拉伸到一个面.....	94
6.8.5 建立旋转特征.....	95
6.8.6 沿一封闭引导线扫掠.....	98
第7章 部件结构	99
7.1 部件导航器.....	99
7.1.1 主面板.....	99
7.1.2 依附关系面板.....	100
7.1.3 细节面板.....	100
7.1.4 预览面板.....	100
7.1.5 时间戳记顺序.....	101
7.1.6 部件导航器快捷菜单.....	101
7.2 特征回放.....	103
7.3 重排特征时序.....	103
7.4 信息.....	104
7.5 引用的表达式.....	104
7.6 距离.....	104
7.7 质量特性.....	105
7.8 延迟更新.....	105
7.9 练习.....	106
复习.....	114
第8章 利用草图	115
8.1 拖曳草图对象.....	115
8.1.1 拖曳多曲线.....	115
8.1.2 拖曳点.....	116

8.1.3 拖曳去帮助约束.....	116
8.1.4 练习: 拖曳草图对象.....	117
8.2 建立一交替解.....	121
8.2.1 两相切圆.....	121
8.2.2 线相切到一弧.....	122
8.2.3 练习: 交替求解.....	122
8.3 重附着.....	123
8.4 草图时间戳记与依附关系.....	126
8.5 镜像草图曲线.....	130
复习.....	132
第 9 章 修剪体.....	133
9.1 修剪体综述.....	133
9.2 练习: 修剪体.....	133
复习.....	137
第 10 章 扫掠特征选项.....	138
10.1 选择意图.....	138
10.2 截面构建例.....	139
10.2.1 选择例 1 和例 2.....	139
10.2.2 选择例 3 和例 4.....	139
10.2.3 选择例 5 和例 6.....	140
10.2.4 选择例 7 和例 8.....	140
10.3 带偏置拉伸.....	141
10.3.1 双侧偏置例.....	141
10.3.2 单侧偏置例.....	142
10.4 带拔模的拉伸.....	142
10.4.1 正的和负的拔模角.....	143
10.4.2 拔模和拉伸方向.....	143
10.4.3 Draft 例.....	143
10.5 设计逻辑参数加入选项.....	144
10.6 练习.....	145
10.6.1 带偏置的拉伸.....	145
10.6.2 使用选择意图的拉伸.....	147
10.6.3 带拔模的拉伸.....	148
复习.....	151

第 11 章 孔特征	152
11.1 用预定义形状的特征	152
11.2 孔	153
11.2.1 孔类型	153
11.2.2 孔选项	154
11.2.3 建立一个孔	154
11.3 定位	155
11.3.1 定位术语	155
11.3.2 定位约束	155
11.4 编辑孔特征参数	156
11.4.1 特征对话框	156
11.4.2 重附着	156
11.4.3 改变类型	157
11.5 编辑孔位置	158
11.6 练习	158
11.6.1 练习: 建立孔	158
11.6.2 练习: 编辑孔	162
第 12 章 表达式	166
12.1 表达式综述	166
12.2 建立与编辑表达式	167
12.2.1 建立表达式	167
12.2.2 编辑表达式	168
12.2.3 列出与特征相关的表达式	168
12.2.4 列引用	168
12.2.5 插入名	169
12.2.6 参数加入选项	169
12.2.7 表达式选项	170
12.3 练习: 表达式	170
复习	172
第 13 章 壳	173
13.1 壳综述	173
13.2 建立壳	173
13.3 指定不同厚度	174
13.4 壳选项	175
13.5 选择意图面规则	175

13.6 练习.....	176
13.6.1 建立吹风机壳体.....	176
13.6.2 移除表面建立壳体.....	177
13.6.3 有更改厚度的壳体.....	180
13.6.4 重排特征时序.....	181
复习.....	182
第 14 章 相关拷贝.....	183
14.1 引用特征阵列.....	183
14.2 矩形引用阵列.....	184
14.3 圆形引用阵列.....	185
14.4 练习.....	186
14.4.1 矩形引用阵列.....	186
14.4.2 圆形引用阵列.....	188
14.4.3 镜像体.....	189
复习.....	191
第 15 章 边缘操作.....	192
15.1 边缘操作综述.....	192
15.2 边缘倒圆.....	192
15.2.1 Edge Blend (边缘倒圆) 对话框.....	193
15.2.2 预览.....	193
15.2.3 添加新组.....	193
15.2.4 解决倒圆边缘溢流.....	194
15.3 边缘倒圆练习.....	196
15.3.1 边缘倒圆.....	196
15.3.2 倒圆选项.....	197
15.4 倒角.....	202
复习.....	204
第 16 章 装配介绍.....	205
16.1 定义与描述.....	205
16.2 装配加载选项.....	206
16.2.1 部件版本组.....	206
16.2.2 加载状态.....	206
16.2.3 范围组.....	207
16.2.4 加载行为.....	207
16.2.5 引用集.....	207

16.2.6 存储加载选项	208
16.3 装配导航器	208
16.3.1 节点显示	208
16.3.2 图符与复选框	208
16.3.3 装配应用	209
16.4 装配练习一	210
16.4.1 练习 1: 装配加载选项	210
16.4.2 练习 2: 装配导航器	212
16.5 在装配导航器中选择组件	213
16.6 在上下文中设计	214
16.7 装配导航器快捷菜单	215
16.8 装配练习二	217
16.9 存储工作部件	218
复习	218
第 17 章 添加和约束组件	220
17.1 通用的装配概念	220
17.1.1 Assemblies 装配工具条	220
17.1.2 利用从底向上构造方法	221
17.1.3 添加组件	221
17.1.4 练习: 建立一装配	222
17.2 移动组件	223
17.3 装配约束	223
17.3.1 约束类型	224
17.3.2 建立接触对准约束	224
17.3.3 建立一同心约束	225
17.3.4 建立一距离约束	225
17.3.5 建立一固定约束	226
17.3.6 建立一平行约束	226
17.3.7 建立一正交约束	227
17.3.8 建立一角度约束	227
17.3.9 建立一对中约束	228
17.3.10 建立一粘合约束	229
17.3.11 建立一拟合约束	229
17.4 练习: 约束和移动组件	230
第 18 章 主模型	240
18.1 装配模型	240

18.1.1 主模型概念.....	240
18.1.2 主模型举例.....	241
18.2 主模型练习.....	241
18.2.1 研究一主模型装配.....	241
18.2.2 建立一非-主模型部件.....	244
第 19 章 介绍制图.....	247
19.1 图.....	247
19.1.1 建立新图纸.....	247
19.1.2 打开一图纸.....	248
19.1.3 编辑一图纸.....	248
19.1.4 删除一图纸.....	248
19.1.5 练习: 建立新图纸.....	249
19.1.6 练习: 打开与编辑图纸.....	250
19.1.7 单色显示.....	251
19.2 视图参数预设置.....	252
19.3 添加一基础视图.....	254
19.4 加投射视图.....	255
19.5 编辑已存视图.....	256
19.6 实用符号.....	259
19.6.1 建立一线性中心线 	262
19.6.2 建立一圆柱中心线 	263
19.7 尺寸.....	265
19.7.1 注释参数预设置 	265
19.7.2 尺寸参数预设置和放置.....	266
19.7.3 附加文本.....	268
19.7.4 公差.....	268
19.7.5 文本方位与文本箭头放置.....	269
19.7.6 编辑一已存尺寸.....	269
19.7.7 练习: 建立尺寸.....	270
19.8 文本建立.....	273
19.9 文本编辑器.....	275
19.9.1 文本预览.....	275
19.9.2 编辑工具.....	276
19.9.3 编辑注释.....	276
19.9.4 辅助线.....	277
19.10 主模型图指导.....	277

附录 A 表达式运算符	278
A.1 运算符	278
A.2 优先级和关系	278
A.3 遗留单位转换	279
A.4 机内函数	280
附录 B Point (点) 对话框	282
B.1 设定一个点的方法	282
B.2 工作坐标系与绝对坐标系	283
附录 C 体素实体	284
C.1 方块 	284
C.2 圆柱体 	285
附录 D 有预定义形状的特征	286
D.1 凸台 	286
D.2 键槽 	286
D.3 腔 	288
D.4 凸垫 	288
D.5 沟槽 	289
D.6 定位方法	290
D.7 编辑定位特征的尺寸和位置	293
附录 E 客户默认	296
E.1 客户默认级别	296
E.2 设置客户默认	297
E.3 用户、组和站点目录	298
E.4 管理改变	299
E.5 更新到新的 NX 版本	299
附录 F 定制角色	301
F.1 用户定义的角色	301
F.2 建立一用户角色步骤	302
F.3 建立一组角色步骤	303
F.4 保护的角色	306
附录 G 传统的配对条件	307
G.1 约束类型	307
G.2 Mating Conditions (配对条件) 对话框	311
G.3 练习: 传统的配对条件	317