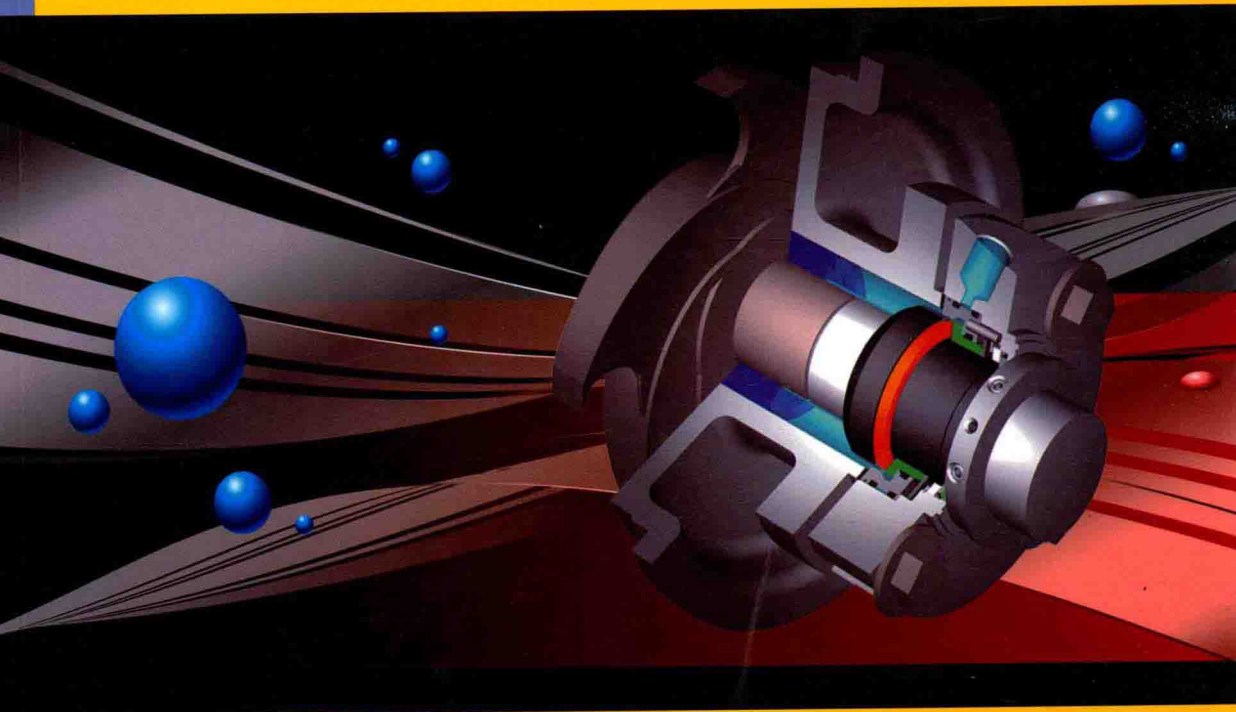


“十二五” 高职高专规划教材

CAD/CAM 技术应用

——机械 CAD/CAM-UG NX7.5 实例教程

◎ 宋志国 叶 锋 刘军华 编著



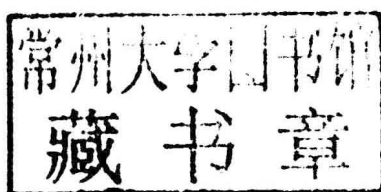
北京交通大学出版社
<http://www.bjtup.com.cn>

“十二五” 高职高专规划教材

CAD/CAM 技术应用

——机械 CAD/CAM - UG NX7.5 实例教程

宋志国 叶 锋 刘军华 编著



· 北京 ·

内 容 简 介

本书以典型的工作任务为驱动,以项目实践应用为目标,详细介绍了 NX7.5 在机械产品设计与制造中的应用。全书共分 9 章,主要内容包括 NX CAD 应用基础、使用草图建模、实体建模基础、实体建模综合应用、使用表达式进行参数化建模、装配应用基础与项目实践、工程制图应用、曲面建模应用、CAM 入门。

本书以实例为载体,在做中学,在学中做,注重三维软件思路和分析方法的讲解,做到举一反三。

本书既可作为机械类相关专业大中专院校教材和 UG 设计人员自学辅导教材,也可以作为机械工程技术人员的参考资料。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

CAD/CAM 技术应用:机械 CAD/CAM-UG NX7.5 实例教程/宋志国,叶锋,刘军华编著. —北京:北京交通大学出版社,2014.2

(“十二五”高职高专规划教材)

ISBN 978-7-5121-1835-5

I. ① C… II. ① 宋… ② 叶… ③ 刘… III. ① 机械设计-计算机辅助设计-应用软件-高等职业教育-教材 IV. ① TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 022531 号

责任编辑:郭碧云

出版发行:北京交通大学出版社

电 话:010-51686414

北京市海淀区高粱桥斜街 44 号

邮 编:100044

印 刷 者:北京艺堂印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印张:19.25 字数:480 千字

版 次:2014 年 7 月第 1 版 2014 年 7 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-5121-1835-5/TH·55

印 数:1~2 000 册 定价:39.00 元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监局反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。

投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

前 言

UG NX 软件是 Siemens PLM Software 推出的 CAD/CAE/CAM 一体化软件, 它的功能覆盖产品设计开发的整个过程, 拥有集成的产品开发环境。除具有强大的实体造型、曲面造型、模拟装配、工程图生成等设计功能外, 还具有机构运动分析、动力学分析、有限元分析、仿真运行、数控加工等功能; 通过网络可以实现设计人员之间数据相关、资源共享, 实现多人异地协同工作; 利用 UG NX 软件提供的参数化设计功能, 可对常用零部件建立部件族, 建模时可直接通过输入控制参数进行调用等。因此, UG NX 软件广泛应用于机械、汽车、航空、电器等众多领域。

“机械 CAD/CAM”课程是机械类专业教学中一门重要的实践类课程, 本课程旨在使学生对 CAD/CAM 概念有初步了解, 并着重培养学生操作应用软件解决实际问题的能力。考虑到机械类不同专业的具体教学要求, 本书在内容编排、实例选择上各有侧重, 不同的专业可以选择不同的章节作为重点教学内容。本书主要特点如下。

1. 以典型范例的方式讲解 NX 的基本功能和操作, 避免了单一的知识点与命令讲解, 注重实用性。

2. 在以项目式体例进行编排的章节中, 以完成各项目的“任务”为主线, 突出实践。CAD/CAM 是工程性很强的技术, 本书注重培养以 CAD/CAM 技术解决工程实际问题的思维。

3. 简化了理论知识的讲解, 突出应用性。

本书由宋志国、叶锋、刘军华编著。其中第 2 章、第 3 章、第 4 章由宋志国编写, 第 5 章、第 7 章、第 8 章、第 9 章由叶锋编写, 第 1 章、第 6 章由刘军华编写。

本书可作为职业技术学院机械类专业“计算机辅助设计与制造”等相关课程的教材, 也可作为专业技术人员的参考用书。由于编写时间仓促, 书中不妥之处在所难免, 敬请读者批评指正。

本书配套有教学课件 (PPT)、操作视频录像和素材文件, 读者可以到出版社的教学资源网站上下载。

编者

2014 年 5 月

目 录

第1章 NX CAD 应用基础	1
1.1 CAD/CAM 概述	1
1.1.1 CAD/CAM 应用软件——NX 简介	2
1.1.2 NX 中鼠标的操作	4
1.1.3 本书约定	4
1.2 NX 快速入门范例	4
1.2.1 简单实体零件建模	5
1.2.2 使用草图辅助建模	9
1.2.3 在装配环境完成产品组装	13
1.2.4 使用制图模板创建零件图样	15
1.3 相关知识——NX 操作基础	16
1.3.1 定制用户界面	16
1.3.2 对象选择方式	17
1.3.3 矢量构造器	21
1.3.4 参考特征	23
1.3.5 信息查询与几何测量	24
1.3.6 使用图层管理数据	25
1.3.7 对象的显示与隐藏	27
1.3.8 坐标系	27
1.3.9 数据交换	29
1.4 本章小结	29
1.5 思考与练习	29
第2章 使用草图建模	30
2.1 草图概述	30
2.2 快速创建草图并建模	32
2.2.1 相关知识——轮廓	32
2.2.2 操作指导	33

2.3	底座的建模	35
2.3.1	相关知识——草图约束	35
2.3.2	操作指导	37
2.3.3	拓展案例——草图动态操作	38
2.4	支架的建模	41
2.4.1	相关知识——草图曲线	42
2.4.2	操作指导	44
2.5	对称壳体的建模	46
2.5.1	相关知识——对称草图	47
2.5.2	操作指导	47
2.6	连杆的建模	49
2.6.1	相关知识——投影曲线	50
2.6.2	操作指导	50
2.7	饮料瓶的建模	52
2.7.1	相关知识——草图交点	53
2.7.2	操作指导	53
2.8	本章小结	55
2.9	思考与练习	56
第3章	实体建模基础	58
3.1	NX 建模系统概述	58
3.2	用于标准形状建模的特征	59
3.2.1	设计任务	59
3.2.2	相关知识	60
3.2.3	操作指导	62
3.3	由2D 轮廓生成特征——基本扫描	63
3.3.1	设计任务	64
3.3.2	相关知识	64
3.3.3	操作指导	66
3.3.4	知识拓展——自由曲面特征	68
3.4	特征操作——关联复制	69
3.4.1	设计任务	69
3.4.2	相关知识	70
3.4.3	操作指导	71

3.4.4	知识拓展1——边倒圆的应用	72
3.4.5	知识拓展2——偏置面	74
3.5	特征编辑	75
3.5.1	设计任务	75
3.5.2	相关知识	77
3.5.3	操作指导	83
3.5.4	知识拓展——联合与修剪操作	87
3.6	本章小结	88
3.7	思考与练习	88
第4章	实体建模综合应用	89
4.1	实体建模的思路	89
4.1.1	建模常见问题	89
4.1.2	实体建模的一般过程	90
4.2	任务一:螺母	91
4.3	任务二:活塞	93
4.4	任务三:点火塞	95
4.5	任务四:曲轴	98
4.6	任务五:连杆	100
4.7	任务六:油箱盖	103
4.8	任务七:异形螺母	107
4.9	任务八:飞轮	110
4.10	任务九:曲轴箱	116
4.11	任务十:气缸	122
4.12	本章小结	129
4.13	思考与练习	129
第5章	使用表达式进行参数化建模	132
5.1	深沟球轴承的参数化建模	132
5.2	创建螺钉标准件库	135
5.3	渐开线直齿圆柱齿轮设计	138
5.4	拉伸弹簧的参数化建模	147
5.5	本章小结	153
5.6	思考与练习	153

第6章 装配应用基础与项目实践	154
6.1 装配功能模块概述	154
6.1.1 装配术语	155
6.1.2 装配导航器	157
6.2 自下而上装配建模	159
6.3 自上而下装配建模	166
6.4 添加部件族成员——螺钉	174
6.5 装配可变形组件——弹簧	177
6.6 装配的应用	180
6.6.1 装配间隙分析	180
6.6.2 装配爆炸	182
6.7 进阶应用项目实践	186
6.8 本章小结	188
6.9 思考与练习	188
第7章 工程制图应用	190
7.1 工程制图概述	190
7.2 零件图入门	191
7.2.1 图样与视图	192
7.2.2 尺寸标注	202
7.2.3 基准符号与形位公差	206
7.3 图样的布局	209
7.3.1 缸体零件的工程制图	209
7.3.2 知识拓展——其他视图	213
7.4 创建装配图	215
7.5 图样的输出	219
7.6 本章小结	221
7.7 思考与练习	221
第8章 曲面建模应用	222
8.1 曲面建模基础知识	222
8.1.1 曲面建模的概念和术语	222
8.1.2 曲面建模的一般流程	224
8.1.3 曲面建模的共同参数	225
8.2 五角星的建模	226

8.3	调味瓶的建模	227
8.4	耳塞的建模	231
8.5	化妆品瓶的建模	238
8.6	汤匙的建模	245
8.7	玩具汽车造型设计	249
8.8	PDA 面壳的设计	254
8.9	本章小结	260
8.10	思考与练习	260
第9章	CAM 入门	263
9.1	NX CAM 系统概述	263
9.2	平面零件的加工	264
9.2.1	加工任务	264
9.2.2	工件加工工艺分析	264
9.2.3	平板工件的数控编程	265
9.3	曲面零件的加工	282
9.3.1	加工任务	282
9.3.2	工件加工工艺分析	283
9.3.3	凸模工件的数控编程	284
9.4	本章小结	294
9.5	思考与练习	294
参考文献		295

第 1 章

NX CAD 应用基础

本章是 NX 的入门课程，主要介绍 NX 软件的用户界面、基本功能和基本操作，通过简单的产品设计范例介绍 NX 数字化产品开发的一般流程。并以案例的方式介绍 NX CAD 的基本环境。

【教学目标】了解 NX 的主要功能和 NX 的工作流程，熟悉 NX 的用户界面和各应用环境，掌握基本工具和操作方法。

【知识要点】本章的知识要点包括：

- CAD/CAM 系统概述以及 NX 的技术特性和工作流程；
- NX 的用户界面及定制；
- 如何在 NX CAD 的各应用环境中工作；
- NX 的常用工具和基本操作方法。

1.1 CAD/CAM 概述

计算机技术是现代科学技术发展里程中最伟大的成就之一，它的应用已遍及各个领域。在机械设计与制造领域中，由于市场竞争的加剧，用户对产品的要求越来越高。为了适应瞬息万变的市场要求，提高产品质量，缩短生产周期，就必须将先进的计算机技术与机械设计制造技术相互渗透并相互结合，从而产生了机械 CAD/CAM 这样一门综合性的高新技术，并已成为当今发展最快的应用技术之一。它不仅改变了工程人员在产品设计和制造过程中常规的工作方式，大大减轻了脑力劳动和体力劳动，而且还有利于发挥工程人员的创造性，提高企业的管理水平和市场竞争能力。宏观意义上的机械 CAD/CAM 技术是将 CAD、CAE、CAPP、CAM、PDM/PLM 等各种功能通过软件有机地结合起来，用统一的执行控制程序来组织各种信息的提取、交换、共享与处理，以保证系统内信息流的畅通并协调各个系统有效地运行。它的显著特点是把设计与制造过程同生产管理、质量管理集成起来，通过生产数据采集形成一个闭环系统。

1. 计算机辅助设计 (Computer Aided Design, CAD)

CAD 是指以计算机为辅助工具，根据产品的功能要求，完成产品的工程信息的数字化

设计。主要包括：零件建模、装配建模、工程制图等。这是 CAD/CAM 系统的核心部分。

2. 计算机辅助工程分析 (Computer Aided Engineering, CAE)

CAE 是以现代计算力学为基础，以计算机仿真为手段的工程分析技术，是实现产品优化设计的主要支持模块。主要包括：有限元分析、机构运动分析、流场分析等。

3. 计算机辅助制造 (Computer Aided Manufacturing, CAM)

CAM 是指利用计算机辅助完成从生产准备到产品制造整个活动的过程。主要包括：NC 自动编程、生产作业计划、生产控制和质量控制等。

4. 计算机辅助工艺设计 (Computer Aided Process Planning, CAPP)

CAPP 是指根据产品的工程信息，利用计算机辅助制定产品的加工方法和工艺过程。主要包括：毛坯设计、加工方法选择、工艺路线制定、工序设计、刀夹具设计等。

5. 产品数据管理 (Product Data Management, PDM)

PDM 是指利用数据库技术，将产品的各种工程信息存储在工程数据库中。从而在 CAD/CAM 各个应用环节进行数据的存储、提取和再利用。

6. 产品生命周期管理 (Product Lifecycle Management, PLM)

PLM 是对 PDM 的一种升华和扩展，它将管理延伸到了产品的整个生命周期。

1.1.1 CAD/CAM 应用软件——NX 简介

NX 是一个用于完整的产品工程的 CAD/CAM 解决方案 (图 1-1)，它能很好地帮助制造商在集成的数字化环境中去设计、模拟、验证产品及其生产过程，能有效地捕捉、应用和共享整个数字化过程的知识，为制造商提高其战略优势。

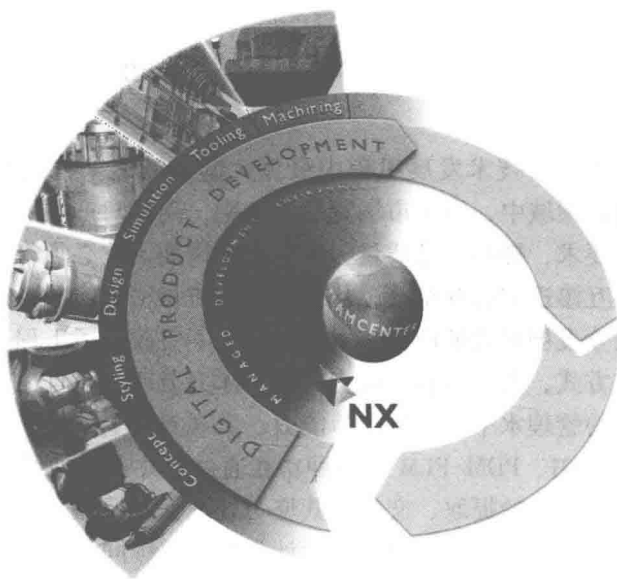


图 1-1 NX 数字化产品开发流程

1. NX 的技术特性

NX 包含一套完整的产品工程流程解决方案。NX 的应用程序从产品概念设计一直到加工制造, 利用一套统一的方案把产品开发流程中的所有学科和所有活动融合在一起。

(1) 概念设计 (Concept)。用于获取和管理客户及设计所需要的信息, 在概念模型中嵌入知识规则, 并允许评价多种设计方案。

(2) 风格及样式设计 (Styling)。用于工业设计、风格及样式设计, NX 具备自由形状建模、表面连续性分析及、形象化渲染及先进的表现方式等功能。

(3) 产品设计 (Design)。NX 提供了一套先进的产品设计方案, 主要包括以参数化或直接建模的方式实施混合建模、装配设计和管理、用于钣金和路线系统的流程设计工具、产品设计验证、三维尺寸标注和出工程图等。

(4) 性能仿真验证 (Simulation)。包括范围广泛的仿真工具组合, 主要包括供设计人员使用的运动和结构分析向导、供仿真专家使用的前/后处理器, 以及用于多物理场 CAE 的企业级解决方案。

(5) 工装及模具设计 (Tooling)。包括普通用途的工装和夹具设计、用于塑模开发的知识驱动型注塑模设计向导、用于冲压级进模设计的模具工程向导等。

(6) 加工制造 (Machining)。行业领先的数控编程解决方案, 集成刀具路径切削和机床运动仿真功能, 能够根据需要生成后处理程序、车间工艺文档, 并有效地管理制造资源等。

2. NX 的工作流程

NX 的数字化产品开发过程体现了并行工程的思想。在产品的设计初期, 它的下游应用部门 (如工艺部门、加工部门和分析部门等) 就已经介入设计阶段, 整个过程是一个可反馈、修改的过程。NX 强大的参数化建模功能能够支持模型的实时修改, 系统能够自动更新模型, 以满足设计要求。这种工作过程不必等产品设计完成, 而是在产品初步设计后, 就可以进行方案评审, 并不断修改设计, 直到达到设计要求。

应用 NX 进行数字化产品开发的一般流程如图 1-2 所示。

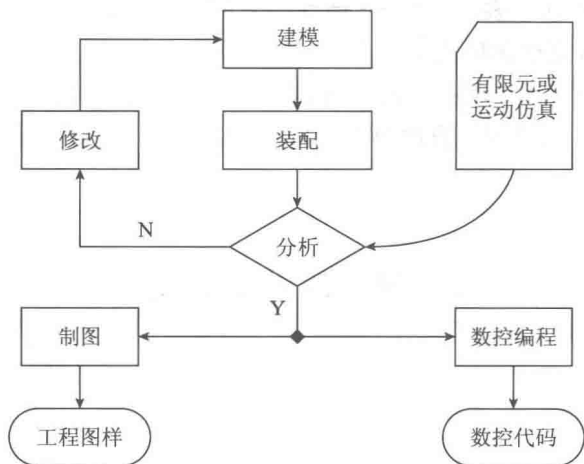


图 1-2 NX 的工作流程

1.1.2 NX 中鼠标的操作

NX 建议使用三键鼠标，表 1-1 列出了鼠标与键盘在图形窗口中的一些常用操作。

表 1-1 鼠标与键盘操作

按 键	功 能
MB1	“单击”操作用于选择对象；“按住并移动光标”用于拖拽对象；“双击”对象执行默认操作
MB2	“单击”操作执行对话框中的默认动作按钮，如“OK”等；“按住并移动光标”用于视图旋转
MB3	“单击”操作用于打开快捷弹出菜单
MB1 + MB2	视图的动态缩放，与鼠标滚轮具有类似的功能
MB2 + MB3	控制视图的动态平移操作
< Enter >	回车键，一般用于确认数据输入
< Alt > + MB1	临时禁用捕捉功能，如“点捕捉”等
< Ctrl > + MB1	临时禁用对象选择功能，例如，在图形窗口启动视图弹出菜单时，为避免误选对象，常使用此操作
< Shift > + MB1	取消选择操作
< Ctrl > + MB2	相当于对话框中的“应用”动作按钮
< Esc >	取消命令或取消对象选择

在不同操作状态下，图形窗口中的光标会显示不同的样式，这些光标指示用户如何正确操作模型。

1.1.3 本书约定

在不做特别说明的前提下，本书作如下约定。

鼠标按键：MB1——左键，MB2——中键，MB3——右键。

键盘按键：以“< >”表示，如< Ctrl >、< Alt >、< Enter >等。

使用“【】”表示菜单选项或工具条。

选择菜单命令：以“/”间隔，如“【File】/【Open】”。

操作过程：为了简化描述，有时使用“→”表示下一步操作，“OK”表示单击“确定”按钮。

1.2 NX 快速入门范例

学习目标

本节通过小轮组的设计介绍 NX 的基本应用环境和一些重要的基本操作，主要内容包括：

- 用户界面与基本操作——NX7.5 的用户界面和使用 NX 必要的基本操作方法；
- 在建模环境工作——创建简单的模型零件；

- 在装配环境工作——小轮组模型的装配；
- 在制图环境工作——输出零件的工程图。

设计任务如图 1-3 所示,小轮组包括支架、轮轴、小轮和连接轴四个零件。

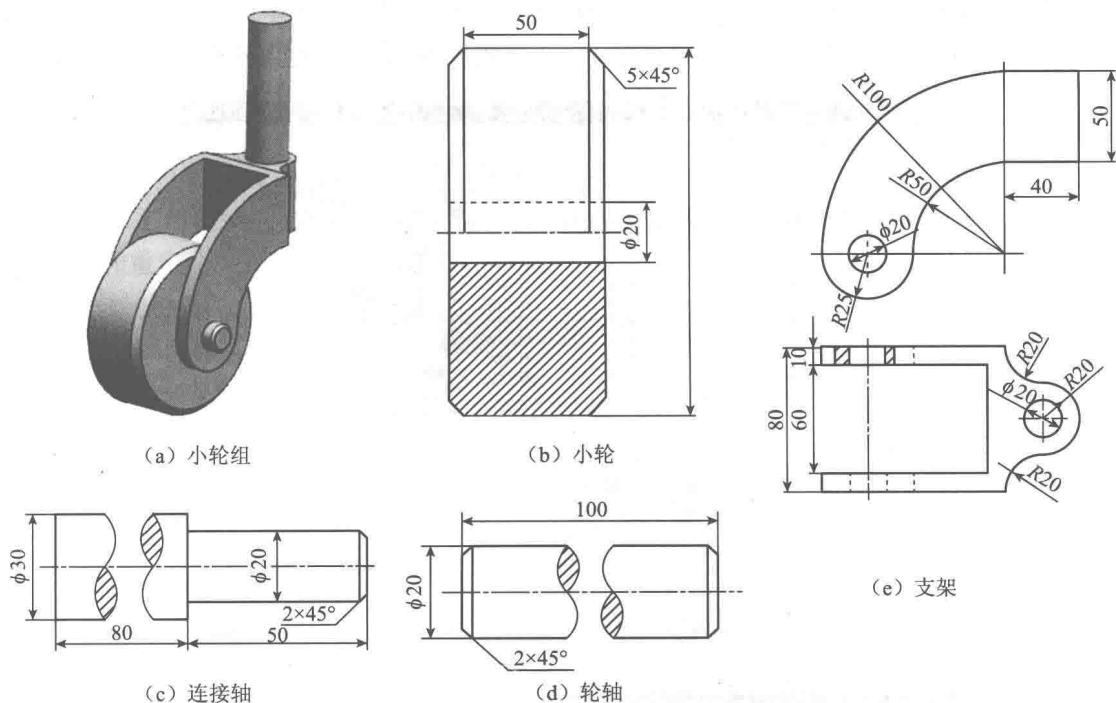


图 1-3 小轮组零件图

1.2.1 简单实体零件建模

本小节将进行小轮、轮轴和连接轴三个零件的建模。

学习目标

- 熟悉 NX7.5 的用户界面。
- 能够利用模板新建部件。
- 熟悉“建模环境”界面,创建一个简单的实体部件。

操作指导

1. 启动 NX 并新建一个部件

(1) 选择【开始】/【程序】/【UGS NX7.5】/【NX7.5】,系统启动 NX 进程。NX 第一次启动时没有自动创建任何部件,需要用户新建或者打开文件。

NX 的标准部件文件类型为“*.prt”,且主要应用模块的文件扩展名一致。有时为了区别,可以在文件名上添加后缀来表示不同类型的部件,如“_asm”表示装配部件,“_drt”表示制图部件,“_mfe”表示加工部件等。

NX 的部件文件名只接受 ASCII 码字符,不支持中文名,文件所存放的路径也不能包含中文字符。

- (2) 选择“新建”按钮  或者【文件】/【新建】弹出新建窗口对话框，如图1-4所示。
用户通过此窗口可以选择新建对象的类型，如模型模板、图纸模板、装配模板等，当前默认窗口为模型模板创建窗口，可以选择模型文件的单位、输入模型名称、保存位置等。
- (3) 选择单位“毫米”，输入名称 caster_axle.prt，文件夹“D:\model”单击“确定”。
- (4) 启动建模应用环境：选择【开始】/【建模】，系统进入建模系统界面。

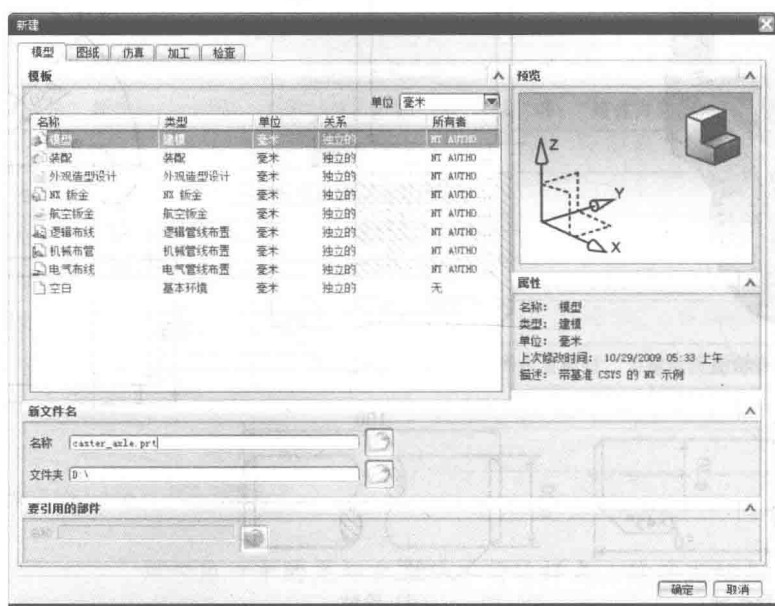


图1-4 “新建”对话框

NX 标准的用户界面如图1-5所示，其中包括标题栏、菜单栏、工具栏、图形窗口、资源条、提示行与状态行以及执行命令时的对话框等。

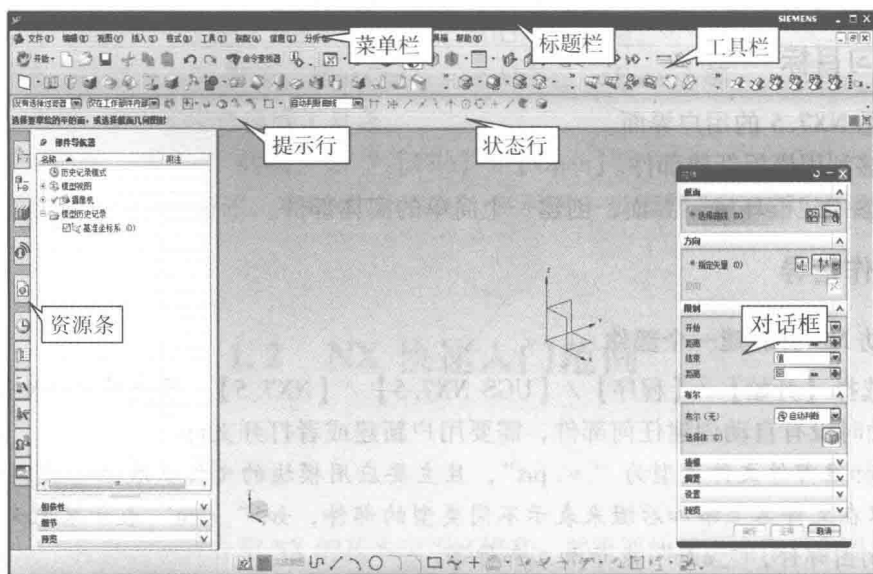


图1-5 NX7.5 建模环境用户界面

在执行各种操作时,应注意提示行和状态行的信息,通过这些信息可以帮助用户进行下一步操作和检查当前的操作状态。

(5) 显示工具条和按钮的更多信息:将光标置于任意工具条上并单击 MB3,系统显示一个弹出菜单,如图 1-6 所示。在此菜单中,显示当前应用环境所有可用的工具条名称,可以利用“√”决定系统显示哪些工具条。单击任何其他地方关闭菜单显示。

(6) 添加和移除按钮(图 1-7):单击【标准】工具条右侧的小三角符号“▼”→选择“添加或移除按钮”→选择“标准”→从弹出的列表中选择需要添加或移除的按钮→单击任何其他地方关闭列表。

(7) 工作坐标系(WCS):WCS 在图形窗口中显示,用于测量坐标值和指定方位,可以移动和重定位 WCS。

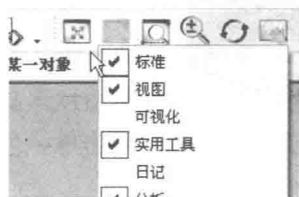


图 1-6 工具条弹出菜单

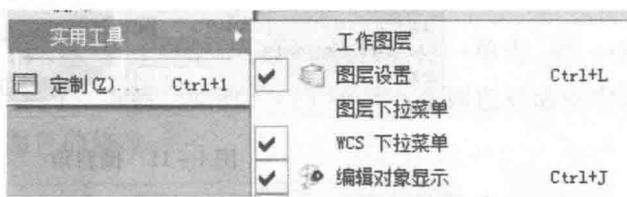


图 1-7 添加或移除按钮

2. 小轮的建模

小轮模型包含以下三个建模特征:圆柱体→孔→倒角,建模思路如图 1-8 所示。



图 1-8 小轮的建模思路

(1) 创建圆柱体:选择菜单【插入】/【设计特征】/【圆柱体】→在尺寸输入框中输入直径尺寸 120,高度尺寸 50,其余使用系统默认设置→单击“确定”,完成圆柱体的创建,如图 1-9 所示。



图 1-9 创建圆柱体

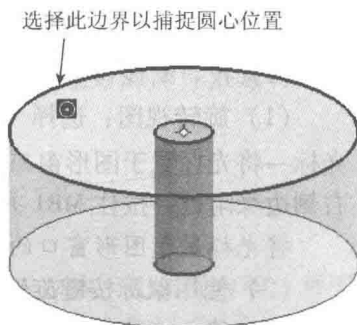


图 1-10 创建孔特征

(2) 创建孔特征:选择【插入】/【设计特征】/【孔】,系统弹出孔对话框→在尺寸输入框中输入直径尺寸 20,深度限制为“贯通体”→检查点捕捉工具

 中圆心点按钮已经激活→选择图 1-10 所示的边→单击“确定”完成孔的创建。

(3) 创建边“倒斜角”：选择【插入】/【细节特征】/【倒斜角】，系统弹出倒斜角对话框，如图 1-11 所示→检查“横截面”方式为“对称”→输入偏置距离 5→选择圆柱体两端的边线→单击“确定”，完成倒斜角。

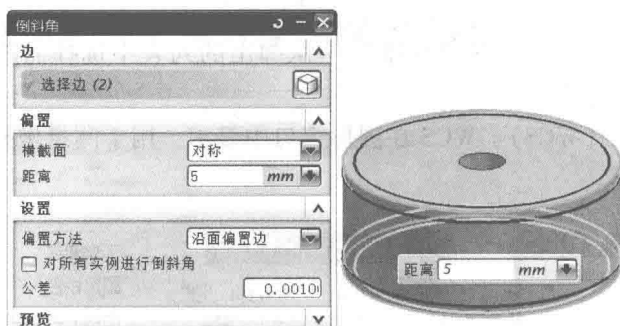


图 1-11 倒斜角

3. 连接轴和轮轴的建模

连接轴的小直径部分可以使用“凸台”命令创建，如图 1-12 所示。参考小轮的建模过程，请学生自行完成连接轴和轮轴的建模。

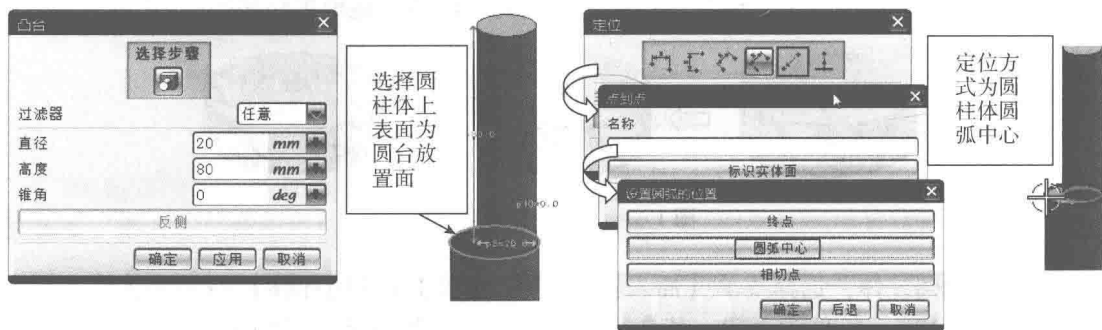


图 1-12 连接轴的建模思路提示

4. 控制部件显示

NX 提供了多种控制部件显示的方法，在【视图】工具条中的部分选项可以用于控制部件的旋转、平移和缩放，也可以利用快捷键和 MB3 弹出菜单来执行这些操作。

(1) 旋转视图：选择“旋转 (Rotate)”按钮  →在图形窗口中部按住 MB1 并移动光标→将光标置于图形窗口顶部边缘附近→按住 MB1 并移动光标→将光标置于图形窗口右侧边缘附近→按住 MB1 并移动光标→单击 MB2 关闭旋转模式。

将光标置于图形窗口的边缘附近为绕单轴（屏幕轴）旋转：。

(2) 使用鼠标按键旋转视图：在图形窗口中按住 MB2 并移动光标。

(3) 绕一点旋转：在图形窗口中持续按住 MB2 直到显示一个绿色加号，不要释放按键而移动光标，则部件绕此点旋转。

(4) 按下键盘上的 <End> 键，系统切换视图到“Isometric”定向 。

定向视图还可以利用【视图】工具条中的“视图方位”选项。其他定向视图的快捷