



高等学校机械设计制造及自动化专业“十一五”规划教材



机械CAD/CAM 上机指导及练习教程

欧长劲 编著
邬义杰 主审



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

TH122/709

2007

高等学校机械设计制造及自动化专业“十一五”规划教材

机械 CAD/CAM 上机指导 及练习教程

欧长劲 编著

邬义杰 主审

西安电子科技大学出版社

2007

内 容 简 介

本书作为高等学校本科机械 CAD/CAM 实践环节的教学用书, 针对 CAD/CAM 上机实践的特点和需求, 系统介绍了机械 CAD/CAM 应用的基本内容与主流软件的操作方法及技巧。全书分为 6 章, 具体内容包括机械 CAD/CAM 系统软件、三维 CAD/CAM 零件造型设计、三维 CAD/CAM 装配设计、机械 CAD/CAM 工程图设计、计算机辅助数控编程和计算机辅助工程分析。全书内容密切结合机械 CAD/CAM 理论教学, 以上机指导与练习题为主。

本书体系新颖, 内容丰富, 系统性强; 提炼当今流行 CAD/CAM 优秀软件的共性内容为基本教学内容; 编排了大量的经典练习题目, 并在题目的典型性、难易程度、生产实践背景等方面做了精心的选择, 以适应不同层次教学对象和教学软件环境的需求。

本书主要作为高等学校机电类专业本科教材, 也可作为相关专业的本科生和工程技术人员的参考书, 还可作为机械 CAD/CAM 软件的培训教材和自学用书。

★ 本书配有电子教案, 有需要的老师可与出版社联系, 免费提供。

图书在版编目(CIP)数据

机械 CAD/CAM 上机指导及练习教程 / 欧长劲编著. —西安: 西安电子科技大学出版社, 2007.9
高等学校机械设计制造及自动化专业“十一五”规划教材

ISBN 978 - 7 - 5606 - 1869 - 2

I. 机… II. 欧… III. ① 机械设计: 计算机辅助设计—高等学校—教学参考资料

② 机械制造: 计算机辅助制造—高等学校—教学参考资料 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 116533 号

策 划 毛红兵

责任编辑 邵汉平 毛红兵

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

http://www.xduph.com E-mail: xdupfbx@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印 刷 陕西光大印务有限责任公司

版 次 2007 年 9 月第 1 版 2007 年 9 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 15

字 数 348 千字

印 数 1~4000 册

定 价 20.00 元

ISBN 978 - 7 - 5606 - 1869 - 2/TH · 0077

XDUP 2161001-1

如有印装问题可调换

本社图书封面为激光防伪覆膜, 谨防盗版。

前 言

机械 CAD/CAM 技术是先进制造业中引人关注的重要技术,了解和掌握该技术已成为摆在工程技术人员面前的重要任务,同时,该技术已成为工科机械类专业学生的必修内容。机械 CAD/CAM 技术是一门理论和实际应用结合得非常紧密的技术,在学习之前必须要有 CAD/CAM 软件上机实践的支撑。目前,三维机械 CAD/CAM 工程软件的应用已比较普及,这为培养学生的实践动手能力提供了较好的条件。但与此不相适应的是,适合本科教学的 CAD/CAM 上机指导及练习教材却很少。为此,我们编写了这本教程,作为机械 CAD/CAM 课程实践教学环节的教材,以满足对学生机械 CAD/CAM 实践能力的培养和上机训练的需求。

本书针对本科教学的特点,在体系结构上做了新的尝试,克服了目前大量流行的各类软件培训用书存在的内容单一、篇幅过大、不适合本科机械 CAD/CAM 实践教学等问题,由此形成了以下明显的特色:

(1) 在体系结构方面注重与机械 CAD/CAM 理论教学配套,在内容的系统性方面密切结合理论课的教学内容,完整体现从 CAD、CAE、CAM 单元技术到集成 CAD/CAM 的过程,力求从实践应用的角度反映机械 CAD/CAM 的发展趋势。

(2) 在内容组织上针对高等院校本科层次的教学,定位明确,内容适中,在有限的篇幅中突出机械 CAD/CAM 软件应用的核心内容,强调对学生上机能力的培养。

(3) 结合国内的教学状况,以目前流行的著名 CAD/CAM 集成软件平台 UG NX 为主要上机背景,同时兼顾 Pro/E、Solidworks、Cimatron 等流行软件,提炼出这些优秀软件的共性内容作为基本教学内容,以增强学生融会贯通的能力。

(4) 精选了大量的代表性强的经典练习题目,同时兼顾题目的难易程度、生产实践背景、不同层次教学对象和教学软件环境的需求,旨在提高上机实践效果,方便教学过程和学生自学。

本书主要作为高等学校机电类专业本科教材,也可作为相关专业的本科生和工程技术人员的参考书,还可作为机械 CAD/CAM 软件的培训教材和自学用书。

本书由浙江大学邬义杰教授主审,在此表示感谢。

在本书编写过程中参阅了大量的文献资料,在此向有关作者表示感谢。

限于作者水平和经验,加之时间仓促,书中疏漏之处在所难免,恳请读者批评指正。

作 者

2007年6月于杭州

目 录

第 1 章 机械 CAD/CAM 系统软件	1
1.1 UG NX 系统.....	1
1.1.1 UG NX 系统的特点及组成模块.....	1
1.1.2 UG NX 用户界面.....	2
1.1.3 UG NX 的基本操作.....	4
1.2 Pro/E 系统.....	10
1.2.1 Pro/E 系统的特点及组成模块.....	10
1.2.2 Pro/E 系统用户界面.....	11
1.2.3 Pro/E 的基本操作.....	13
1.2.4 Pro/E 操作实例.....	14
1.3 其它典型机械 CAD/CAM 软件简介.....	17
1.3.1 Solidworks 系统简介.....	17
1.3.2 Solidworks 的基本操作.....	20
1.3.3 Cimatron E 系统简介.....	25
1.3.4 Cimatron E 的基本操作.....	29
1.4 思考题.....	32
第 2 章 三维 CAD/CAM 零件造型设计	33
2.1 基于特征的参数化三维零件设计概述.....	33
2.2 参数化草图设计.....	34
2.2.1 参数化草图的概念.....	34
2.2.2 UG 参数化草图设计.....	35
2.2.3 UG 草图设计操作实例.....	38
2.3 特征造型设计.....	40
2.3.1 UG 特征造型概述.....	40
2.3.2 UG 基本成型特征.....	40
2.3.3 UG 的特征工具.....	44
2.3.4 编辑特征.....	46
2.4 曲面造型设计.....	50
2.4.1 基本曲线与点.....	50
2.4.2 样条曲线.....	51
2.4.3 UG 样条曲线的构造.....	53
2.4.4 UG 曲面造型方法.....	56
2.4.5 曲面造型设计实例.....	63
2.5 UG 三维零件设计实例.....	65
2.6 三维 CAD/CAM 零件造型设计练习题.....	73

第 3 章 三维 CAD/CAM 装配设计	93
3.1 三维数字化装配设计概述	93
3.2 UG 装配设计环境	94
3.2.1 UG 装配工具与预设置	94
3.2.2 引用集	95
3.2.3 装配导航器	96
3.3 UG 装配设计的一般过程	98
3.3.1 自底向上装配	98
3.3.2 自顶向下装配	100
3.4 爆炸图	102
3.4.1 建立爆炸图	102
3.4.2 编辑爆炸图	103
3.4.3 爆炸图的其他操作	103
3.5 UG 装配设计实例	104
3.5.1 自底向上的装配	104
3.5.2 自顶向下的装配	106
3.6 三维 CAD/CAM 装配设计练习题	108
第 4 章 机械 CAD/CAM 工程图设计	116
4.1 CAD/CAM 工程图设计概述	116
4.2 UG 工程图设计	117
4.2.1 UG 工程制图环境	117
4.2.2 UG 工程制图的一般过程	118
4.2.3 制图参数预设置	119
4.2.4 建立工程图	122
4.2.5 建立视图	123
4.2.6 尺寸与文本标注	127
4.3 UG 工程图设计实例	130
4.4 机械 CAD/CAM 工程图设计练习题	133
第 5 章 计算机辅助数控编程	139
5.1 计算机辅助数控编程概述	139
5.2 UG CAM 数控编程	140
5.2.1 UG CAM 数控编程的基本概念	140
5.2.2 UG CAM 环境	143
5.2.3 UG CAM 数控编程的一般过程	146
5.2.4 UG CAM 的主要铣加工方式	147
5.3 UG CAM 编程实例	150
5.3.1 平面铣加工编程操作实例	150
5.3.2 曲面铣加工编程操作实例	162
5.4 Cimatron 编程	173

5.4.1 Cimatron 的编程环境.....	173
5.4.2 Cimatron E 常用的加工策略.....	179
5.4.3 Cimatron 编程实例.....	179
5.5 计算机辅助数控编程练习题.....	186
第 6 章 计算机辅助工程分析.....	198
6.1 有限元分析.....	198
6.1.1 有限元分析概述.....	198
6.1.2 UG 有限元分析环境.....	198
6.1.3 UG 有限元分析的基本解法与步骤.....	199
6.1.4 UG 有限元分析实例.....	208
6.2 机构运动分析.....	210
6.2.1 机构运动分析概述.....	210
6.2.2 UG 运动分析的基本解法与步骤.....	211
6.2.3 运动分析实例.....	220
6.3 计算机辅助工程分析练习题.....	223
参考文献.....	229

第1章 机械 CAD/CAM 系统软件

20世纪90年代以后,随着改革开放的深入和经济全球化步伐的加快,我国在CAD/CAM领域与世界迅速接轨。UG、CATIA、Pro/E、I-DEAS、Solidworks、Solidage、Cimatron等世界领先的CAD/CAM软件纷纷进入我国,并在国内的生产领域得到广泛应用。本章主要介绍几款目前国内应用较广泛又各具特色的软件。

1.1 UG NX 系统

1.1.1 UG NX 系统的特点及组成模块

1. UG NX 的主要特点

UG NX 是 UGS 公司的新一代 CAD/CAM 产品开发系统。其主要特点为:

(1) 提供无缝集成的产品开发环境。UG 是一个集 CAD/CAE/CAM 于一体的集成化系统,应用 UG 可以完成产品从概念设计、外观造型、详细设计、图纸生成、运动与受力受热分析、零件数控自动编程到文档建立的全过程。整个系统采用统一的数据库,使得各模块能完全相关地共享零件和产品模型的数据,减少了同类型数据的重复存取,也为协同工作提供了基础。

(2) 支持自顶向下的产品设计。该系统从整体的产品概念出发开始产品的设计过程。它从产品总体设计入手,通过应用主模型技术、自顶向下的设计方法和上下文设计,逐步设计出每一个零件。小到家庭用品,大到复杂的机械,UG 都可以为用户提供产品级的解决方案。

(3) 支持协同工作。设计过程在 Internet 技术的支持下,可以多人异地协同工作,每人负责自己的设计任务。在各自的设计任务与访问权限下,同一产品的设计阶段甚至加工阶段可以同时进行,由系统完成产品的自动更新。不同的设计人员和工程师都可以在同一时间对产品范围内的不同零件、不同组件和不同子装配进行工作,这就意味着某个设计人员在产品下的改动可以立即被所有的产品相关人员捕捉和获得。同一模型文件中,各几何对象之间保持完全的相关性。

(4) 提供了基于知识的专家设计模块。该系统利用知识驱动的方法,集合了设计专家的

智慧, 针对具有通用性的不同产品设计, 提供了多个智能化的模块。目前已经开发的智能模块有主要针对塑料模具设计的模具向导(Mold Wizard)、主要针对齿轮传动装置设计的齿轮工程向导(Gear Engineering)、主要针对金属冲压模具的冲模工程向导(Die Engineering Wizard)等, 并且这些模块还在逐步增加。

(5) 提供了开放式接口。UG 提供了方便而先进的用户开发工具, 供用户进行二次开发。其主要工具除了 GRIP 脚本设计语言外, 还有 Open API 和 Open++ 工具。它们支持用户通过 C++ 和 Java 语言进行二次开发, 支持面向对象程序设计的全部技术。

同时, UG 还提供了所有现行工业通用图形标准格式的数据交换接口, 支持如 IGES、STEP、SAT、DXF、STL 等流行的数据交换标准。

2. UG NX 的组成模块及其功能

(1) 产品外观造型(Shape Studio): 为工业设计师或汽车造型师等提供了一个在概念设计阶段自由表达设计意图和创造性改进设计的集成化设计环境。

(2) 产品装配(Assemblies): 即产品的虚拟装配模块, 支持“自顶向下”和“自底向上”的装配建模方法, 可以快速跨越装配层来直接访问任何组件或子装配的设计模型; 支持装配过程中的“上下文设计”方法, 因而在装配模块中可改变组件的设计模型。

(3) 零件建模(Modeling): 用于产品部件的三维实体特征建模, 支持实体建模(Solid Modeling)、特征建模(Feature Modeling)、自由形状建模(Free-Form Modeling)、钣金特征建模(Sheer Metal Feature Modeling)和用户自定义特征(User-Defined Features)等。

(4) 工程制图(Drafting): 根据已经建立的三维模型自动生成平面工程图, 也可以利用曲线功能绘制平面工程图。

(5) 数控加工(Manufacturing): 用于数控加工自动编程, 支持 2 轴、2.5 轴、4 轴和 5 轴的加工编程; 提供车削加工、铣削加工、线切割加工等多种加工方式。

(6) 产品分析(Analysis): 包括结构分析模块(Structures, 即有限元分析工具)、运动分析模块(Motion)和注塑模分析(Moldflow Part Adviser)等。

(7) 其它模块: 钣金(Sheet Metal), 用于钣金件的设计和编程技术; 管道布线(Routing & Wire Harness), 为设计好的产品实体装配模型设计并规划各种管路和线路, 包括水管、气管、油管、电气线路等; 照片(UG Photo)模块, 用于产生模型的真实感照片, 通过反射、透明、着色、纹理等技术, 使产品模型的照片更接近于实际产品的照片。

1.1.2 UG NX 用户界面

1. 用户界面

UG NX(这里以 NX 4.0 为例)用户界面如图 1.1 所示。其用户界面大致由标题栏、菜单栏、工具栏、工作区、坐标系、快捷菜单、资源工具条、提示栏和状态栏等 9 个部分构成, 各部分的功能见表 1.1。UG 的主要应用程序(图标)如图 1.2 所示。

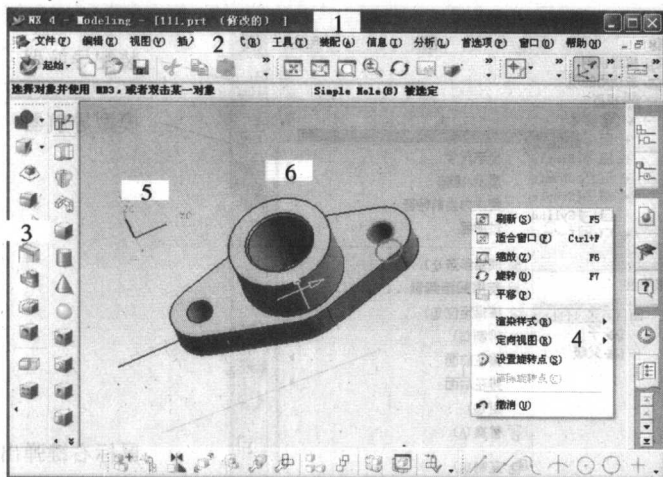


图 1.1 UG NX 用户界面

表 1.1 UG NX 用户界面各部分的功能

标号	名称	说明
1	标题栏	用来显示软件版本以及当前的模块和文件名等信息
2	菜单栏	标准下拉菜单, 包含 UG 工作环境中的所有命令
3	工具栏	显示常用命令的图标
4	快捷菜单	在工作区中单击鼠标右键即可打开快捷菜单, 其中含有一些常用命令及视图控制命令
5	坐标系	分为工作坐标系(WCS)和绝对坐标系(ACS), 其中工作坐标系是用户在建模时直接应用的坐标系
6	工作区	绘图及显示图形的区域
7	资源工具条	其中包括装配导航器、模型导航器、主页浏览器、培训、历史等
8	提示栏	用来提示用户如何操作。执行每个命令时, 系统都会在提示栏中显示用户必须执行的下一步操作
9	状态栏	显示系统或图形的状态



图 1.2 UG 应用程序

2. 动态导航器

UG NX 的动态导航器放在整个软件的右边, 对于不同模块都有各自不同的动态导航器, 如图 1.3 所示。

在模型(部件)导航器上显示建模的先后顺序和父子关系; 在装配导航器上显示装配的层次关系。最重要的是, 对于每一种导航器, 都可以直接在相应的项目上用鼠标右键单击, 在弹出的快捷菜单中快速地进行各种操作。另外, 还有显示依附关系和细节尺寸的两个附加窗口, 借助这两个窗口, 可以很方便地修改相应的尺寸和父子关系。

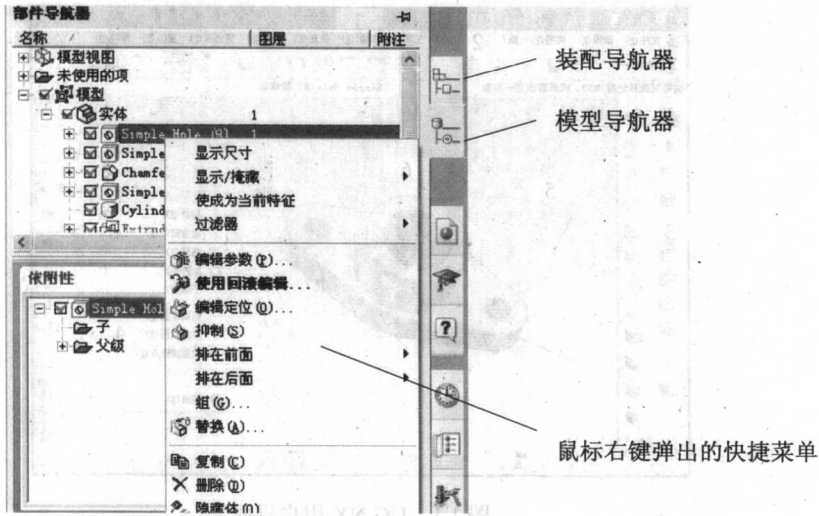


图 1.3 动态导航器

3. 工具栏定制

在 UG 中，可以由用户根据自己的习惯定制风格独特的工具栏。

在菜单栏中执行“工具”→“自定义”命令，或者在工具栏空白处的任意位置单击鼠标右键，从弹出的菜单中选择“自定义”项，就可以打开“自定义”对话框，如图 1.4(a)所示。该对话框中有 5 个功能标签：工具条、命令、选项、布局 and 角色。单击相应的标签后，对话框会随之显示对应的选项卡，即可进行工具栏的定制。图 1.4(b)所示为“命令”选项卡。定制完成后，执行对话框下方的“关闭”命令，即可退出对话框。

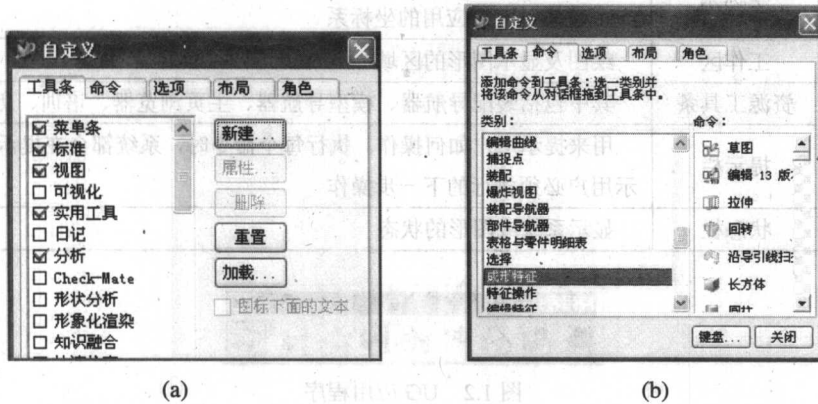


图 1.4 工具栏定制对话框

1.1.3 UG NX 的基本操作

UG NX 中的基本操作有点构造、矢量构造、类选择、构造坐标系、图层操作等。下面介绍它们的使用方法和功能。

1. 点构造

点构造是 UG NX 使用过程中最常遇到的操作。“点构造器”对话框如图 1.5 所示，利用

该对话框可以构造和选择各类点。“点构造器”对话框中各图标的功能如表 1.2 所示。

表 1.2 “点构造器”对话框中各图标的功能

图标	点类型	建立点的方法
	自动判断的点	鼠标所指位置上各种点中离光标最近的点
	光标位置	直接在鼠标左键单击的位置上建立点
	存在点	已经存在的点，在该点位置上再创建一个点
	端点	在最靠近鼠标选择位置的端点处建立点。如果选择的特征为完整的圆，那么端点为零象限点
	控制点	建立已经存在的点，直线的中点和端点，二次曲线的端点，圆弧的中点、端点和圆心，样条曲线的端点和极点
	交点	建立线与线的交点或者线与面的交点
	圆弧、椭圆和球的中心	在所选圆弧、椭圆或者球的中心建立点
	圆弧或椭圆上的角度	输入建立点与起始位置间的角度
	象限点	根据鼠标的位置，建立圆或者椭圆的象限点
	点在曲线或边上	设置“U 参数”的值，即在选择的特征上建立点
	点在曲面上	设置“U 参数”和“V 参数”值，即在面上建立点

注：在使用“点构造器”时，可以通过偏置的方法建立点，就是在已经存在的点的基础上，通过给出其偏置值建立新的点。



图 1.5 “点构造器”对话框

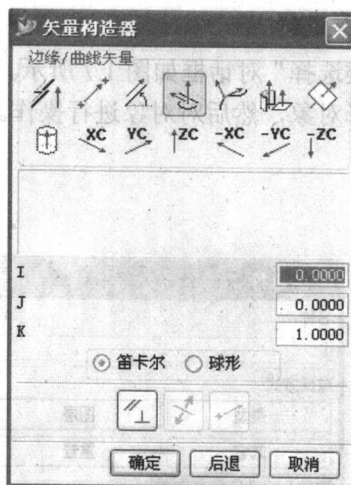


图 1.6 “矢量构造器”对话框

2. 矢量构造

矢量构造器是 UG NX 用来完成矢量构造的常用工具。例如，在将要讲到的拉伸操作中，在“拉伸”对话框中单击“方向”按钮，系统将弹出如图 1.6 所示的“矢量构造器”对话框，对话框中各个图标的功能如表 1.3 所示。在“矢量构造器”对话框中，可分别选择“笛卡尔”和“球形”单选按钮。矢量可以用它在 X, Y, Z 三个坐标方向上的分量 I, J, K 来表示，它们分别代表矢量对各坐标轴夹角的方向余弦，例如 $I = \cos A$ ，A 为矢量在 XC-YC 平面上的投影与 XC 轴的夹角。I, J, K 的参数取值范围为实数。同时，可用图标 确定矢量的方向。

表 1.3 “矢量构造器”对话框中各图标的功能

图标	矢量类型	构成矢量的方法
	自动判断的矢量	根据鼠标选择的对象自动推断构成矢量
	两个点	根据指定的两个点构成矢量
	成一角度	输入角度, 构成矢量与 XC 轴成指定的角度
	边缘/曲线矢量	选择点到距离最近的端点方向或圆弧所在平面上通过圆心的法向
	在曲线矢量上	选择一条曲线, 可以通过“%曲线长度”或者“弧长”来定义矢量的起始位置
	面的法向	平面的法向或者圆柱面的轴向矢量
	平面法向	平行于基准平面的法线
	基准轴	平行于基准轴
	XC 轴	平行于 XC 轴
	YC 轴	平行于 YC 轴
	ZC 轴	平行于 ZC 轴
	-XC 轴	平行于 -XC 轴
	-YC 轴	平行于 -YC 轴
	-ZC 轴	平行于 -ZC 轴

3. 类选择

“类选择”对话框如图 1.7 所示。在该对话框中, 通过各种过滤方式和选择方式可以快速选择对象, 然后对对象进行操作。选择对象的常用方式有 3 种:

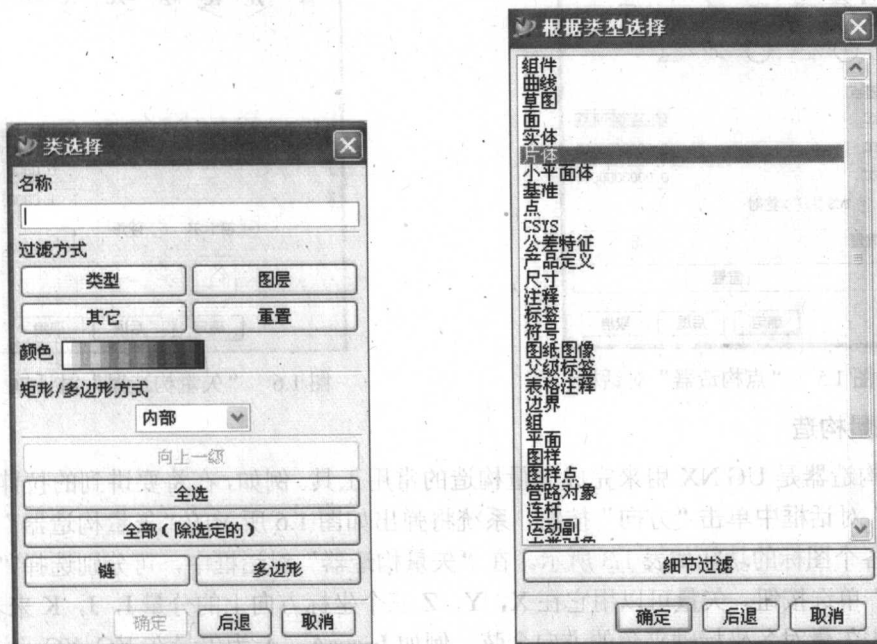


图 1.7 “类选择”对话框

- (1) 在“名称”文本框中输入对象名称来选择对象。
- (2) 用鼠标直接选择对象，系统会将选择的对象加亮显示。
- (3) 在“过滤方式”栏中，可采用“类型”过滤方式，也可采用“图层”过滤方式和“颜色”过滤方式等。

4. 构造坐标系

在 UG 系统中主要采用的是工作坐标系(WCS)。工作坐标系是用户当前使用的坐标系，其坐标原点的位置和坐标轴的方位是可改变的。在系统中可以存在多个坐标系，但是只能有一个是工作坐标系。

坐标系的操作方法如下：

选择“格式”→“WCS”菜单，系统将弹出“显示 WCS”下拉菜单，如图 1.8 所示。选择系统菜单中的选项，可以完成坐标原点位置和坐标轴方位的设置，从而完成对坐标系的

操作。

- 坐标系平移(变化坐标系原点)：选择“格式”→“WCS”→“WCS 原点”命令，系统将弹出“点构造器”对话框，如图 1.9 所示。在该对话框中选择或者建立点，坐标系的坐标原点将移动到该点，但是坐标轴方位不变。

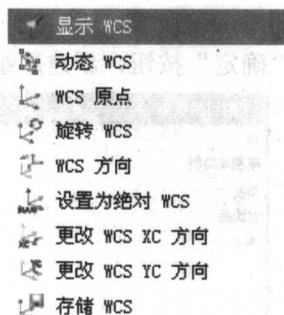


图 1.8 WCS 下拉菜单



图 1.9 “点构造器”对话框(设置坐标原点)

- 旋转工作坐标系：选择“格式”→“WCS”→“旋转 WCS”命令，系统将弹出“旋转 WCS 绕...”对话框，如图 1.10 所示。在该对话框中，可以将当前的坐标系绕某一轴旋转一定的角度后定义新的坐标系。例如，在图 1.10 中选择“- ZC 轴：YC→XC”，则表示原坐标系绕-ZC 轴进行旋转，旋转方向为从 YC 轴到 XC 轴，旋转角度为对话框下方“角度”文本框中的设定值。

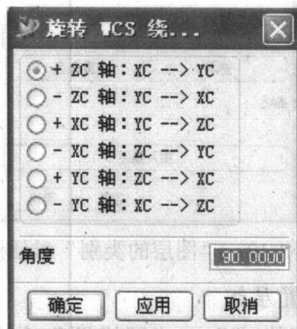


图 1.10 旋转工作坐标系对话框

• 动态坐标系：选择“格式”→“WCS”→“动态 WCS”命令，系统将出现如图 1.11 所示的“动态坐标系”。选择动态坐标系中的移动或旋转把手，可进行坐标系的移动或旋转。

比如：选择动态坐标系中的方形原点把手，按住鼠标左键，可直接移动坐标系到合适的位置，移动时可以在任意方向移动原点把手。同样，选择动态坐标系中的球形旋转把手，按住鼠标左键，直接旋转坐标系到合适的位置，则只能绕所选旋转把手对应的轴旋转。

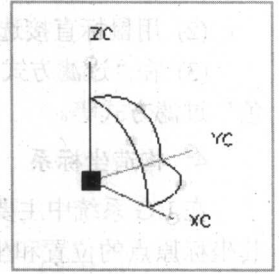


图 1.11 动态坐标系

5. 图层操作

在 UG 中最多可以设置 256 个层，在每个层上可以包含任意数量的对象，所有的对象也可以位于同一个层。但是，在所有的层中，只有一个层是工作层。通过设置，可以改变其他图层是否可见、是否可选择等属性。层的设置可以方便操作和管理结构比较复杂而耗时较长的大型项目的设计。

1) 建立层组

选择“格式”→“层设置”命令，系统将弹出“图层的类别”对话框，如图 1.12 所示。建立层组的操作步骤如下：

(1) 在图 1.12 的“类别”文本框中，输入新建层组的名称。设置层组的目的是为了分类管理和提高操作效率。因此，为层组命名时，应尽量选择具有特定意义的名称。

(2) 单击“创建/编辑”按钮，系统将弹出如图 1.13 所示的“图层的类别”对话框，在该对话框中选择层组所要包括的层，单击“添加”→“确定”按钮，新建层组完成。

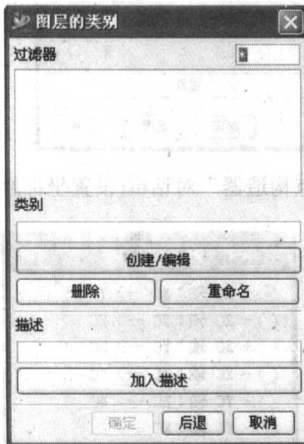


图 1.12 “图层的类别”对话框

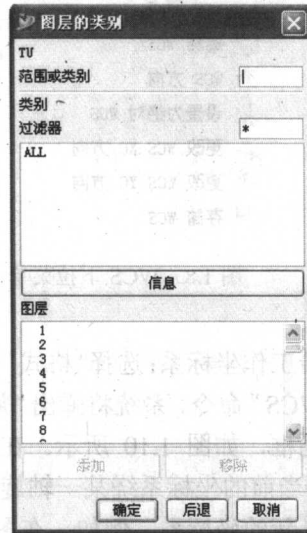


图 1.13 选择层组所要包括的层

2) 设置层组

选择“格式”→“层设置”命令，系统将弹出“图层的设置”对话框，如图 1.14 所示。

在该对话框中可以对层进行设置，可以查询层的信息，还可以对层组进行编辑，如层的选择、层的状态设置等。层的状态有 4 种，分别为“可选”、“作为工作层”、“不可见”、“只可见”。同时，可以通过移动或复制到层操作，将所选对象在不同层之间进行移动或复制。

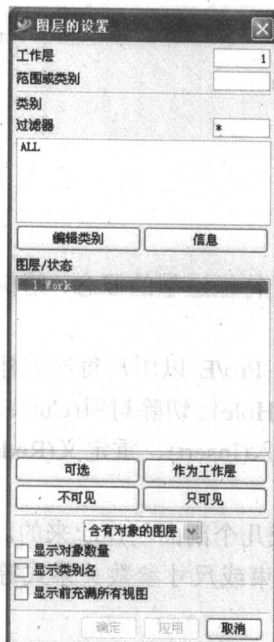


图 1.14 “图层的设置”对话框

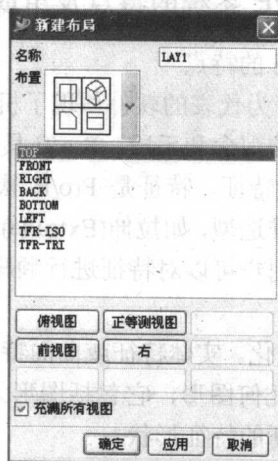


图 1.15 “新建布局”对话框

6. 视图布局

视图布局是指按照用户定义的方式在图形区域显示的视图集合。一个视图布局最多允许同时排列 9 个视图，用户可以在布局中的任意视图内选择对象，并且视图可以随同部件文件一起保存。“新建布局”对话框如图 1.15 所示。

7. 观察对象

UG 各模块在使用过程中，常需要改变观察对象的方法和角度，以便进行操作和分析研究，这时可用“视图”工具条图标(如图 1.16 所示)来变换观察对象的方式。图标的主要功能介绍如表 1.4 所示(也可在绘图区中按下鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择相同的功能)。

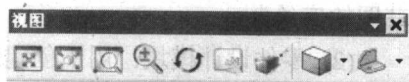


图 1.16 “视图”工具条

表 1.4 “视图”工具条中各图标的功能

图标	名称	功能
	拟合	自动拟合窗口的大小
	将视图拟合到选中的区域	自动拟合窗口到所选中的对象
	缩放	自动拟合窗口到鼠标所选中的区域
	放大缩小	将视图进行缩放
	旋转	将视图进行旋转
	平移	将视图进行平移
	显示模式	选择四种可能的显示形式
	视图方式	以所选视图替换当前视图

1.2 Pro/E 系统

1.2.1 Pro/E 系统的特点及组成模块

1. Pro/E 的特点

以 Pro/E 为代表的软件体现了机械设计参数化、基于特征造型的概念,给机械设计自动化带来了新的观念和手段。Pro/E 具有以下特点:

(1) 基于特征。特征是 Pro/E 软件的基本设计单元,Pro/E 以用户每次创建一个特征的方式进行三维造型,如拉伸(Extrude)、旋转(Revolve)、孔(Hole)、切除材料(Cut)、圆角(Round)等;同时,用户可以对特征进行顺序调整(Regulate)、插入(Insert)、重定义(Redefine)等编辑操作。

(2) 参数化。实体特征或曲面特征一般是基于一个或几个剖面创建起来的。一个剖面就是一个二维几何图形,它包括图形元素、尺寸、几何约束或尺寸参数关系式等,修改剖面尺寸会产生新的特征形状。

(3) 数据关联。三维实体模型和二维工程图是关联的,不论是对三维实体模型还是对二维工程图修改了尺寸,其相关的二维工程图或三维实体模型均自动修改,同时,零件装配、零件加工等其他相关数据也会自动改变,从而保证了图形数据的准确性。因此,Pro/E 又被称为基于特征的、参数化的三维实体建模软件。

2. Pro/E 的组成模块及其功能

Pro/E 是由多个功能模块组成的大型软件,常用模块有 5 个,每个模块都有其独立的功能。

(1) 草图模块:用于绘制和编辑二维平面草图。在进行零件三维特征造型时,需要进行草图轮廓绘制。

(2) 零件设计模块:用于创建三维模型。这是 Pro/E 在产品设计时进行参数化实体造型最基本也是最核心的模块。

Pro/E 建模方法模仿真实的机械加工过程:首先创建基础特征,这就相当于在机械加工之前生产毛坯;然后在基础特征之上创建放置特征,如创建圆孔、倒角、筋特征等,每添加一个放置特征,就相当于进行一道机械加工工序。

使用 Pro/E 进行三维模型创建的过程,实际上就是使用零件模块依次创建各种类型特征的过程。这些特征之间可以彼此独立,也可以相互之间存在一定的参考关系,例如特征之间存在的父子关系等。在设计中,特征之间的相互联系不可避免,建议读者应尽量减少特征之间复杂的参考关系,这样可以方便地对某一特征进行独立的编辑修改。

(3) 零件装配模块:使用 Pro/E 装配模块可以轻松完成零件的虚拟装配。在装配过程中,按照装配要求还可以临时修改零件的尺寸参数。另外,系统可使用爆炸图的方式来显示所有零件相互之间的位置关系,效果非常直观。

(4) 曲面模块:用于创建各种类型的曲面特征。曲面模块创建曲面特征的基本方法和步骤与使用零件设计模块创建三维实体特征的方法非常类似。