

# 曲面造型实例图解

# UG

# NX

## 中文版



UG 全程实例  
图解丛书

胡仁喜 王敏 刘昌丽 等编著

附光盘



- 视频操作
- 源文件
- 最终效果



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

UG 全程实例图解丛书

# UG NX 5 中文版曲面造型实例图解

胡仁喜 王 敏 刘昌丽 等编著



机械工业出版社

本书分为 3 篇共 10 章,按照由浅入深的原则和零件设计的通常流程进行编写。在基础知识篇中,对曲面造型进行综述,并讲解了 UG NX 5 的基础知识及基本操作;在典型实例篇中,通过叶片、牙膏盒、节能灯泡、咖啡壶、饮料瓶等实例,讲解简单曲面和复杂曲面造型设计方法;在综合实例篇中,讲解飞机模型、鞋、茶壶、榨汁机、吧台椅的设计方法。

本书结构严谨、知识全面、可读性强,设计实例具有较强的实用性和专业性,且步骤明确。随书附带的光盘包含全书所有实例的源文件和效果图演示,以及实例操作过程的视频文件,可以帮助读者更加形象直观、轻松自在地学习本书。

本书主要针对使用 UG NX 5 中文版进行曲面造型设计的广大初、中级用户,是快速掌握 UG NX 5 曲面造型设计的实用指导书,也可作为大专院校计算机辅助设计课程的指导教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

UG NX 5 中文版曲面造型实例图解 / 胡仁喜等编著. —北京:机械工业出版社, 2008.7

(UG 全程实例图解丛书)

ISBN 978-7-111-24814-9

I. U… II. 胡… III. 曲面—机械设计: 计算机辅助设计—应用软件, UG NX 5 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 121583 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:吴鸣飞

责任印制:邓 博

北京双青印刷厂印刷

2008 年 9 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·16.5 印张·393 千字

0001—5000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-24814-9

ISBN 978-7-89482-774-6(光盘)

定价: 36.00 元(含 1CD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294 68993821

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379753 88379739

封面无防伪标均为盗版



# 前言

前言

UG 最早应用于美国麦道飞机公司。它是从二维绘图、数控加工编程和曲面造型等功能发展起来的软件,自从 1990 年进入我国以来,以其强大的功能和工程背景,已经在我国的航空、航天、汽车、模具和家电等领域得到广泛的应用。

曲面造型是计算机辅助几何设计和计算机图形学的一项重要内容,它起源于汽车、飞机、船舶、叶轮等外形放样工艺,主要研究在计算机图像系统的环境下对曲面的表示、设计、显示和分析。

本书分为 3 篇共 10 章,按照由浅入深的原则和零件设计的通常流程进行讲解。在基础知识篇中,对曲面造型进行综述,并讲解了 UG NX 5 的基础知识及基本操作;在典型实例篇中,通过叶片、牙膏盒、节能灯泡、咖啡壶、饮料瓶实例,讲解简单曲面和复杂曲面造型设计方法;在综合实例篇中,讲解飞机模型、鞋、茶壶、榨汁机、吧台椅的设计方法。

本书结构严谨、知识全面、可读性强,设计实例具有较强的实用性和专业性,且步骤明确。主要针对使用 UG NX 5 中文版进行曲面造型设计的广大初、中级用户,是快速掌握 UG NX 5 曲面造型设计的实用指导书,也可作为大专院校计算机辅助设计课程的指导教材。

随书附带的光盘包含全书所有实例的源文件和效果图演示,以及实例操作过程的视频文件,可以帮助读者更加形象直观、轻松自在地学习本书。

本书主要由胡仁喜、王敏、刘昌丽编写,熊慧、张日晶、周冰、王艳池、董伟、王培合、李瑞、王义发、张俊生、王玉秋、赵黎、王燕、袁涛、王兵学、李鹏、王渊峰、陈丽芹、李世强、康士廷、王玮等参与了部分章节的编写。

由于作者的水平有限,书中缺点和错误之处难免,恳请读者批评指正。

作者

# 目 录

## 前言

## 第 1 篇 基础知识篇

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 第 1 章 曲面造型综述          | 3  |
| 1.1 曲面造型的历史           | 4  |
| 1.2 曲面造型的现状和发展趋势      | 4  |
| 1.3 UG NX 5 曲面建模的学习方法 | 5  |
| 第 2 章 UG NX 5 基础知识    | 7  |
| 2.1 UG NX 5 的启动和工作环境  | 8  |
| 2.1.1 UG NX 5 的启动     | 8  |
| 2.1.2 工作环境            | 8  |
| 2.2 工具栏的设置            | 11 |
| 2.2.1 工具条             | 11 |
| 2.2.2 命令              | 11 |
| 2.2.3 选项              | 13 |
| 2.2.4 布局              | 13 |
| 2.2.5 角色              | 14 |
| 2.3 文件管理              | 14 |
| 2.3.1 新建文件            | 15 |
| 2.3.2 打开关闭文件          | 16 |
| 2.3.3 导入导出文件          | 17 |
| 2.3.4 文件操作参数设置        | 19 |
| 2.4 参数设置              | 20 |
| 2.4.1 对象参数设置          | 20 |
| 2.4.2 用户界面参数设置        | 21 |
| 2.4.3 资源板参数设置         | 23 |
| 2.4.4 选择参数设置          | 23 |
| 2.4.5 装配参数设置          | 24 |
| 2.4.6 草图参数设置          | 24 |
| 2.4.7 制图参数设置          | 25 |
| 2.4.8 建模参数设置          | 27 |
| 2.4.9 可视化设置           | 29 |
| 第 3 章 UG NX 5 基本操作    | 35 |
| 3.1 对象操作              | 36 |

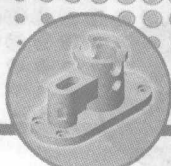


|                 |    |
|-----------------|----|
| 3.1.1 观察对象      | 36 |
| 3.1.2 选择对象      | 37 |
| 3.1.3 改变对象的显示方式 | 38 |
| 3.1.4 隐藏对象      | 39 |
| 3.1.5 对象变换      | 40 |
| 3.2 坐标系操作       | 45 |
| 3.2.1 坐标系的变换    | 45 |
| 3.2.2 坐标系的定义    | 46 |
| 3.2.3 坐标系的保存和显示 | 47 |
| 3.3 图层操作        | 47 |
| 3.3.1 图层的分类     | 47 |
| 3.3.2 图层的设置     | 48 |
| 3.4 基本工具        | 49 |
| 3.4.1 点构造器      | 49 |
| 3.4.2 矢量构造器     | 51 |
| 3.4.3 类选择器      | 53 |
| 3.4.4 坐标系构造器    | 55 |
| 3.4.5 平面工具      | 55 |
| 3.5 信息查询        | 56 |
| 3.5.1 对象信息      | 56 |
| 3.5.2 点信息       | 57 |
| 3.5.3 样条曲线信息    | 57 |
| 3.5.4 B 曲面信息    | 58 |
| 3.5.5 实体特征信息    | 58 |
| 3.5.6 表达式信息     | 59 |
| 3.5.7 几何公差信息查询  | 60 |
| 3.5.8 其他信息的查询   | 60 |
| 3.6 对象分析        | 61 |
| 3.6.1 几何分析      | 61 |
| 3.6.2 几何对象检查    | 66 |
| 3.6.3 对象干涉检查    | 67 |
| 3.6.4 曲线特性分析    | 67 |
| 3.6.5 曲面特性分析    | 70 |

## 第 2 篇

## 典型实例篇

|                |    |
|----------------|----|
| 第 4 章 简单曲面造型设计 | 77 |
| 4.1 叶片         | 78 |
| 4.2 牙膏盒        | 81 |

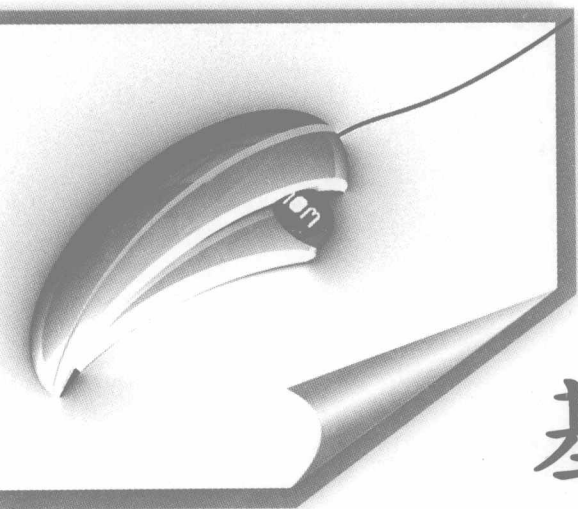


|                      |     |
|----------------------|-----|
| 84.3 节能灯泡 .....      | 90  |
| 第5章 复杂曲面造型设计 .....   | 99  |
| 85.1 复杂塑料件曲面造型 ..... | 100 |
| 85.2 咖啡壶 .....       | 117 |
| 85.3 饮料瓶 .....       | 127 |

## 第3篇 综合实例篇

|                 |     |
|-----------------|-----|
| 第6章 飞机模型 .....  | 149 |
| 6.1 机身 .....    | 150 |
| 6.2 机翼 .....    | 159 |
| 6.3 尾翼 .....    | 164 |
| 6.4 发动机 .....   | 169 |
| 第7章 鞋模型 .....   | 173 |
| 7.1 鞋曲线 .....   | 174 |
| 7.2 鞋曲面 .....   | 180 |
| 7.3 鞋曲面分析 ..... | 188 |
| 第8章 茶壶 .....    | 195 |
| 8.1 壶盖 .....    | 196 |
| 8.2 壶身 .....    | 200 |
| 8.3 壶嘴 .....    | 202 |
| 8.4 壶把 .....    | 207 |
| 第9章 榨汁机 .....   | 209 |
| 9.1 主机 .....    | 210 |
| 9.2 十字刀 .....   | 221 |
| 9.3 果杯 .....    | 230 |
| 9.4 装配 .....    | 238 |
| 第10章 吧台椅 .....  | 241 |
| 10.1 椅座 .....   | 242 |
| 10.2 支撑架 .....  | 246 |
| 10.3 踏脚架 .....  | 249 |
| 10.4 底座 .....   | 253 |
| 10.5 渲染 .....   | 256 |

案例实训



# 基础知识篇

本篇主要讲解 UG NX 5 曲面造型的基础知识，主要内容包括：曲面造型综述、UG NX 5 基础知识和基本操作等。

通过对本篇的学习，读者可对 UG NX 5 软件有一定的了解，并掌握 UG NX 5 的基本操作，为后面章节具体的设计打下基础。





曲面造型是计算机辅助几何设计和计算机图形学的一项重要内容,主要研究在计算机图像系统的环境下对曲面的表示、设计、显示和分析。

## 第1章

# 曲面造型综述

### ※本章知识重点※

- ◎ 曲面造型的历史
- ◎ 曲面造型的现状与发展趋势
- ◎ UG NX 5 曲面建模的学习方法

## 1.1 曲面造型的发展历史

曲面造型是计算机辅助几何设计(CAGD)和计算机图形学(CGI)的重要组成部分。曲面造型的发展历史可以追溯到20世纪50年代,当时人们开始使用数学方法来描述和制造曲面。随着计算机技术的飞速发展,曲面造型技术得到了广泛的应用和深入研究。目前,曲面造型技术已经成为计算机辅助设计(CAD)和计算机辅助制造(CAM)的核心技术之一。在CAD中,曲面造型用于创建复杂的三维模型;在CAM中,曲面造型用于生成加工路径。此外,曲面造型还广泛应用于动画制作、虚拟现实(VR)和增强现实(AR)等领域。随着技术的不断进步,曲面造型的应用范围将越来越广,对人才的需求也将越来越大。

## 1.1 曲面造型的历史

形状信息的核心问题是计算机表示,即要解决既适合计算机处理,且有效地满足形状表示与几何设计要求,又便于形状信息传递和产品数据交换的形状描述的数学方法。1963年,美国波音飞机公司的 Ferguson 首先提出将曲线曲面表示为参数的矢函数方法,并引入参数三次曲线。从此,曲线曲面的参数化形式成为形状数学描述的标准形式。1964年,美国麻省理工学院的 Coons 给出一种具有一般性的曲面描述方法,即给定围成封闭曲线的四条边界就可定义一块曲面,但这种方法存在形状控制与连接问题。1971年法国雷诺汽车公司的 Bezier 提出一种由控制多边形设计曲线的新方法。这种方法不仅简单易用,而且很好地解决了整体形状控制问题,把曲线曲面的设计向前推进了一大步,为曲面造型的进一步发展奠定了坚实的基础,但 Bezier 方法仍存在连接问题和局部修改问题。1972 deBoor 总结并给出了关于 B 样条的一套标准算法,1974年 Gordon 和 Riesenfeld 又把 B 样条理论应用于形状描述,最终提出了 B 样条方法。这种方法继承了 Bezier 方法的优点,克服了 Bezier 方法存在的缺点,较成功地解决了局部控制问题,又轻而易举地在参数连续性基础上解决了连接问题,从而使自由型曲线曲面形状的描述问题得到较好解决。但随着生产的发展,B 样条方法显示出明显不足,即不能精确表示圆锥截线及初等解析曲面,这就造成了产品几何定义的不唯一,使曲线曲面没有统一的数学描述形式,容易造成生产管理混乱。为了满足工业界进一步的要求,1975年美国 Syracuse 大学的 Versprille 首次提出有理 B 样条方法。后来由于 Piegl 和 Tiller 等人的功绩,终于使非均匀有理 B 样条(NURBS)方法成为现代曲面造型中最为广泛流行的技术。NURBS 方法的提出和广泛流行是生产发展的必然结果。

NURBS 方法的突出优点是:可以精确地表示二次规则曲线曲面,从而能用统一的数学形式表示规则曲面与自由曲面,而其他非有理方法无法做到这一点;具有可影响曲线曲面形状的权因子,使形状更宜于控制和实现;NURBS 方法是非有理 B 样条方法在四维空间的直接推广,多数非有理 B 样条曲线曲面的性质及其相应算法也适用于 NURBS 曲线曲面,便于继承和发展。

由于 NURBS 方法的这些突出优点,国际标准化组织(ISO)于 1991 年颁布了关于工业产品数据交换的 STEP 国际标准,将 NURBS 方法作为定义工业产品几何形状的唯一数学描述方法,从而使 NURBS 方法成为曲面造型技术发展趋势中最重要的基础。

## 1.2 曲面造型的现状和发展趋势

随着计算机图形显示对于真实性、实时性和交互性要求的日益增强,随着几何设计对象向着多样性、特殊性和拓扑结构复杂性靠拢这一趋势的日益明显,随着图形工业和制造业迈向一体化、集成化和网络化步伐的日益加快,随着激光测距扫描等三维数据采样技术和硬件设备的日益完善,曲面造型近几年得到了长足的发展,这主要表现在研究领域的急剧扩展和表示方法的开拓创新。

(1) 从研究领域来看,曲面造型技术已从传统的研究曲面表示、曲面求交和曲面拼接,扩充到曲面变形、曲面重建、曲面简化、曲面转换和曲面等距性等。



(2) 从表示方法来看,以网格细分(Subdivision)为特征的离散造型与传统的连续造型相比,大有后来居上之势。这种曲面造型方法在生动逼真的特征动画和雕塑曲面的设计加工中如鱼得水,得到了广泛的运用。

(3) 新的曲面造型方法有以下几种。

1) 基于物理模型的曲面造型方法。现有的 CAD/CAM 系统中的曲面造型方法建立在传统的计算机辅助图形设计(CAGD)纯数学理论的基础之上,并借助控制顶点和控制曲线来定义曲面,具有调整曲面局部形状的功能。但这种灵活性也给形状设计带来许多不便:典型的设计要求既是定量的又是定性的,如“逼近一组散乱点且插值于一条截面线的整体观顺又美观的曲面”。这种要求对曲面的整体和局部都具有约束,现有曲面生成方式难以满足这种要求,设计者在修改曲面时,往往要求面向形状的修改。通过间接的调整顶点、权因子和节点矢量进行形状修改既繁琐、耗时又不直观,难以既定定性又定量地修改曲面的形状。局部调整控制顶点难以保持曲面的整体特性,如凹凸性或光顺性。基于物理模型的曲面造型方法为克服这些不足提供了一种手段。用基于物理模型的方法对变形曲面进行仿真或构造光顺曲面是 CAGD 和计算机图形学中一个重要的研究领域。

2) 基于偏微分方程(PDE)的曲面造型方法。PDE 曲面的形状由边界条件和所选择的偏微分方程确定。该方法具有以下特点:构造过渡面简单易行,只需给出过渡线并计算过渡线处的跨界导矢;所得曲面自然光顺;曲面由曲面参数的超越函数,而不是简单的多项式确定;确定一张曲面只需少量的参数,并且对设计者的数学背景要求较少,用户只需给出边界曲线和跨界导矢即可产生一张光顺的曲面。因此,用户的输入工作量较小,可通过修改边界曲线和跨界导矢,即方程中的一个物理参数来调整曲面形状,便于功能曲面的设计。功能曲面设计最终归结为一些泛函数的极值问题,这些泛函数的自变量是形状参数,形状参数的多少直接关系到求泛函数极值问题时计算量的大小。PDE 曲面形状完全由边界条件确定,所需形状参量较少,从而可以降低计算时间。PDE 方法是一种新型的曲面造型技术。该方法仅是一种曲面设计技术,而不是一种曲面的表达方式。

3) 流曲线曲面造型。在 CAD 领域,许多曲线曲面的设计涉及到运动物体的外形设计,如汽车、飞机、船舶等。这些物体在空气、水流等流体中相对运动。由于流体对运动物体产生阻力,运动物体的外型设计将变得十分重要。运动物体外型的光滑与否将直接影响其运动性能。人们常常希望所设计的运动物体的外型具有“流线型”,因为具有“流线型”的运动物体不仅美观,而且能极大地减少物体前进过程中流体所承受的阻力。

## 1.3 UG NX 5 曲面建模的学习方法

面对 CAD/CAM 软件所提供的众多曲面造型功能,要想在较短的时间内达到学会实用造型技术的目标,掌握正确的学习方法是十分必要的。要想在最短的时间内掌握实用造型技术,应注意以下几点:

(1) 应学习必要的基础知识,包括自由曲线(曲面)的构造原理。这对正确地理解软件功能和造型思路是十分重要的,所谓“磨刀不误砍柴功”。不能正确理解其基础知识也就不能正确使用曲面造型功能,必然给日后的造型工作留下隐患,使学习过程出现反复。

(2) 要有针对性地学习软件功能。这包括两方面:

1) 学习功能切忌贪多，一个 CAD/CAM 软件中的各种功能复杂多样，初学者往往陷入其中不能自拔。其实在实际工作中能用得上的只占其中很小一部分，完全没有必要求全。对于一些难得一用的功能，即使学了也容易忘记，徒然浪费时间。

2) 对于必要的、常用的功能应重点学习，真正领会其基本原理和应用方法，做到融会贯通。

(3) 重点学习造型的基本思路。造型技术的核心是造型的思路，而不在于软件功能本身。大多数 CAD/CAM 软件的基本功能大同小异，要在短时间内学会这些功能的操作并不难，但面对设计实际产品时却又感到无从下手，这是许多初学者常常遇到的问题。这就好比学射击，其核心技术其实并不在于对某一型号的枪械的操作。只要真正掌握了造型的思路和技巧，无论使用何种 CAD/CAM 软件都能成为造型高手。

(4) 应培养严谨的工作作风，切忌在造型学习和工作中“跟着感觉走”，在造型的每一步骤都应有充分的依据，不能凭感觉和猜测进行。

## 1.3 UG NX 5 曲面造型的学习方法

曲面造型是 CAD/CAM 软件中非常重要的一部分，也是学习 CAD/CAM 软件的关键。在学习曲面造型时，应注意以下几点：

- (1) 循序渐进。曲面造型是一个循序渐进的过程，在学习过程中，应先从简单的曲面造型开始，逐步过渡到复杂的曲面造型。
- (2) 注重基础。曲面造型的基础知识非常重要，包括坐标系、曲线、曲面等基本概念的掌握。



UG (Unigraphics) 是 Unigraphics Solutions 公司推出的集 CAD/CAM/CAE 为一体的三维机械设计平台, 也是当今世界广泛应用的计算机辅助设计、分析和制造软件之一, 广泛应用于汽车、航空航天、机械、消费产品、医疗器械、造船等行业, 它为制造行业产品开发的全过程提供解决方案, 功能包括概念设计、工程设计、性能分析和制造。

## 第2章

# UG NX 5 基础知识

### ※本章知识重点※

- ◎ UG NX 5 的启动和工作环境
- ◎ 工具栏的设置
- ◎ 文件管理
- ◎ 参数设置

## 2.1 UG NX 5 的启动和工作环境

本节主要介绍 UG NX 5 的启动方法以及工作环境。

### 2.1.1 UG NX 5 的启动

启动 UG NX 5 中文版有下面 4 种方法。

- (1) 双击桌面上的 UG NX 5 的快捷方式图标，即可启动 UG NX 5 中文版。
- (2) 单击桌面左下方的“开始”按钮，在弹出的菜单中选择“所有程序”→“UGS NX 5.0”→“NX 5.0”，启动 UG NX 5 中文版。
- (3) 将 UG NX 5 的快捷方式图标拖到桌面下方的快捷启动栏中，只需单击快捷启动栏中 UG NX 5 的快捷方式图标，即可启动 UG NX 5 中文版。
- (4) 直接在启动 UG NX 5 的安装目录的 UGII 子目录下双击 ugraf.exe 图标，就可启动 UG NX 5 中文版。

UG NX 5 中文版的启动画面如图 2-1 所示。

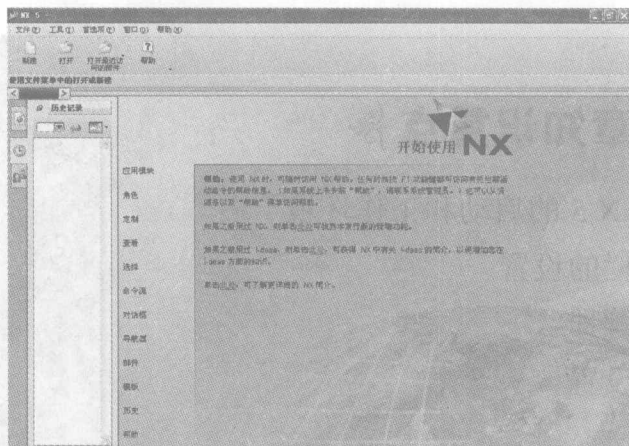


图 2-1 UG NX 5 中文版的启动画面

### 2.1.2 工作环境

本节介绍 UG NX 5 的主要工作界面及各部分功能。只有在了解各部分的位置和功能之后，才可以有效地进行工作设计。UG NX 5 主工作窗口如图 2-2 所示，包括标题栏、菜单栏、工具栏、工作区、坐标系、快捷菜单栏、资源工具条、提示栏和状态栏等 9 个部分。

#### 1. 标题栏

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

菜单栏包含了本软件的主要功能，系统的所有命令或者设置选项都归属到不同的菜单下，它们分别是：“文件”菜单、“编辑”菜单、“视图”菜单、“插入”菜单、“格式”菜



单、“工具”菜单、“装配”菜单、“信息”菜单、“分析”菜单、“首选项”菜单、“窗口”菜单和“帮助”菜单。

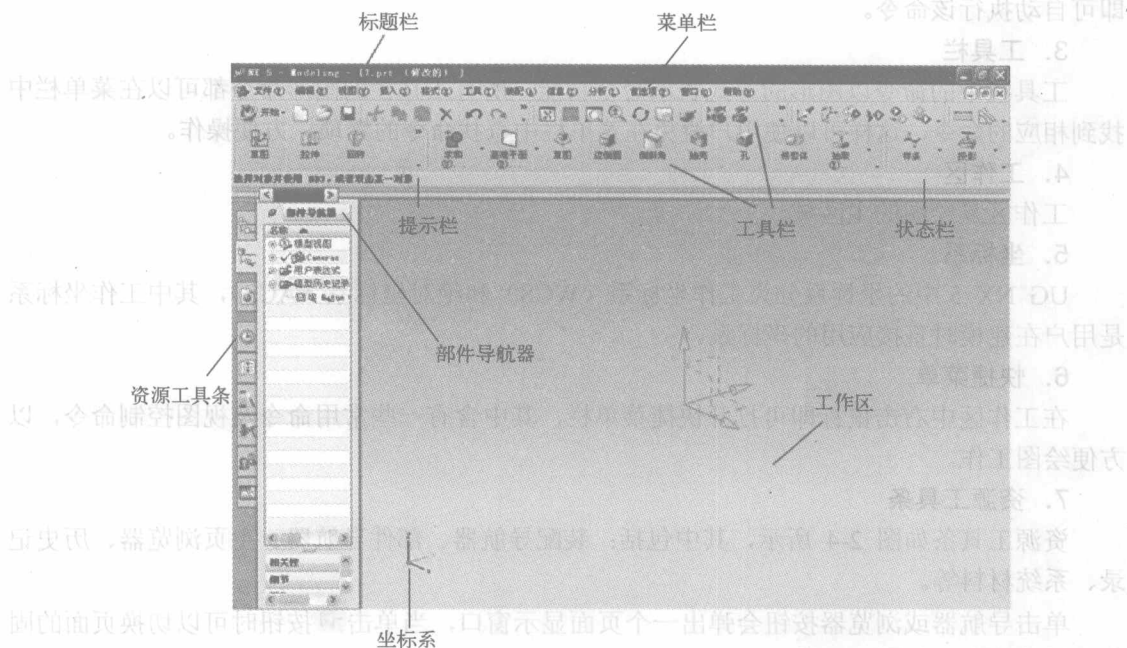


图 2-2 UG NX 5 主工作窗口

当单击菜单时，在下拉菜单中就会显示所有与该功能有关的命令选项。图 2-3 为“工具”下拉菜单的命令选项。

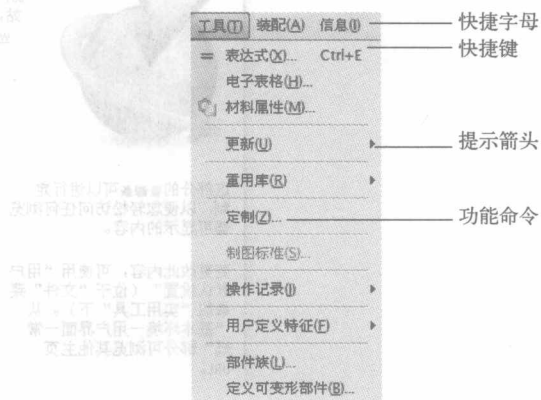


图 2-3 工具下拉菜单

(1) 快捷字母：例如 F 是系统默认的文件 (File) 的快捷字母命令键，按下 <Alt+F> 快捷键即可调用该命令选项。比如要调用“文件 (File)”→“打开 (Open)”命令，则按下 <Alt+F> 快捷键后再按 <O> 键即可调出该命令。

(2) 功能命令：是实现软件功能所要执行的命令，单击它会调出相应功能。

菜单 (3) 提示箭头: 是指菜单命令中右方的三角箭头, 表示该命令含有子菜单。

(4) 快捷键: 命令右方的组合键即是该命令的快捷键, 在工作过程中直接按下组合键即可自动执行该命令。

## 3. 工具栏

工具栏中的命令以图形的方式表示命令功能, 所有工具栏的图形命令都可以在菜单栏中找到相应的命令, 这样可以使用户避免在菜单栏中查找命令的繁琐, 方便操作。

## 4. 工作区

工作区是绘图的主区域。

## 5. 坐标系

UG NX 5 中的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. 快捷菜单

在工作区中右击鼠标即可打开快捷菜单, 其中含有一些常用命令及视图控制命令, 以方便绘图工作。

## 7. 资源工具条

资源工具条如图 2-4 所示, 其中包括: 装配导航器、部件导航器、主页浏览器、历史记录、系统材料等。

单击导航器或浏览器按钮会弹出一个页面显示窗口, 当单击  按钮时可以切换页面的固定和滑移状态, 如图 2-5 所示。



图 2-4 资源工具条



图 2-5 固定窗口

单击“主页浏览器”图标 ，用以显示 UG NX 5 的在线帮助、CAST、e-vis、iMan，或其他任何网站和网页。也可用“首选项”→“用户界面”来配置浏览主页，如图 2-6 所示。

单击“历史”图标 ，可访问打开过的零件列表，可以预览零件及其他相关信息，如图 2-7 所示。