



PUTONG GAODENG YUANXIAO  
JIXIELEI SHISANWU GUIHUA XILIE JIAOCAI

普通高等院校机械类“十三五”规划系列教材

# 机械CAX/NX9.0 应用教程

JIXIE CAX/NX9.0 YINGYONG JIAOCHENG

主 编 李玉龙



西南交通大学出版社

JIXIE CAX/NX9.0  
YINGYONG JIAOCHENG



PUTONG GAODENG YUANXIAO  
JIXIELEI SHISANWU GUIHUA XILIE JIAOCAI

普通高等院校机械类“十三五”规划系列教材

# 机械CAX/NX9.0 应用教程

JIXIE CAX/NX9.0 YINGYONG JIAOCHENG

主 编 李玉龙



西南交通大学出版社  
· 成 都 ·

## 内容简介

通过大量实例,本书针对性地介绍了机械 CAX (CAD/CAM/CAE 的简称)所涉及的一些现代设计方法,以及在 UG NX9.0 (以下简称 NX9.0)中文版软件上,实现这些方法的一些应用知识及相关使用技巧,从而避免 NX9.0 软件“海量”命令的介绍,兼顾到理论上 (CAX 的现代设计方法)和实践上 (NX9.0 软件应用)的学习需求。书中主要包含 NX9.0 的 CAD (零件建模、钣金设计、曲面建模、装配建模、工程制图)、CAM 和 CAE (优化、有限元、运动仿真)等方面的理论知识和应用知识。为了尽可能使读者快速熟练地掌握软件操作,本书不仅有 CAD/CAM/CAE 的基础理论介绍、软件操作的图示讲解和实训指导;而且读者可通过扫描前言中的二维码,得到所有的操作文件,读者在 NX9.0 以上版本的软件上打开后,可以看到所有的创建过程。

本书内容上主要涉及 NX9.0 的基础应用部分,该部分内容在 NX6.0 以后的各个版本中变化不大,故本书适用于 NX 各版本的学习需要,避免了培训类教程因版本变化带来的短期性。

本书可作为高等院校、高职、高专机械类相关专业的 CAX 教材,也可作为工程技术人员的培训教材,学其上具有一定的伸缩性,建议 64 学时 (授课 28 学时+实训 36 学时)。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

机械 CAX/NX9.0 应用教程 / 李玉龙主编. — 成都:  
西南交通大学出版社, 2015.8  
普通高等院校机械类“十三五”规划系列教材  
ISBN 978-7-5643-4028-5

I. ①机… II. ①李… III. ①机械制图—计算机制图  
—应用软件—高等学校—教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 155039 号

普通高等院校机械类“十三五”规划系列教材

机械 CAX/NX9.0 应用教程

李玉龙 主编

责任编辑 李芳芳

特邀编辑 杨伟浩 李虎峰

封面设计 何东琳设计工作室

出版发行 西南交通大学出版社  
(四川省成都市金牛区交大路 146 号)

发行部电话 028-87600564 028-87600533

邮政编码 610031

网址 <http://www.xnjdcbs.com>

印刷 成都蓉军广告印务有限责任公司

成品尺寸 185 mm × 260 mm

印张 14.25

字数 356 千

版次 2015 年 8 月第 1 版

印次 2015 年 8 月第 1 次

书号 ISBN 978-7-5643-4028-5

定 价 35.00 元

课件咨询电话: 028-87600533

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

# 前言

如今大学生尤其是应用型大学培养的大学生,就业上普遍存在眼高手低的现象;远远达不到社会对他们应有能力的需求。为了解决这一问题,很多大学尤其是应用型大学往往在学生的培养方案中,被动地增加了一些简单的实践操作环节,虽然具有一定效果,但在培养创新型人才方面仍显得力不从心。

长期以来,机械类课程在传统手段教学中暴露出许多问题:一是课程内容抽象,学生难以接受和理解,一方面由于此类课程为技术基础课,均开设在低年级阶段,是学生接触最早的专业课程,学生难以一下适应专业课程的学习角色;另一方面,身为专业课程的教学方法与基础课程无异,学生没有新鲜感,感觉课程枯燥乏味,无法培养出对专业的兴趣。二是课程实践性强,但在课堂教学中难于体现,主要表现在教材中多为平面图形,有些甚至是局部图形,实物模型有限,又难于保管和携带,更新换代的速度慢,满足不了课堂需求,实验环节条件有限,实验传统项目居多,实践环节迫于经费、安全等一系列问题,开展得不够深入,且学生面对冷冰冰的机构机器,油污笨重,也毫无兴趣。三是设计环节多注重学生的分析计算和画图能力,而忽视了专业技能的提升以及对大学生能力优势的拓展,教学手段与社会对人才的需求方向有较大差距。

机械 CAX 设计可以弥补以上不足。目前,国、内外在机械类课程中运用机械 CAD 技术进行教学也非常普遍,这类教材非常“海量”,但从本书参考文献不难看出,绝大部分是属于培训类教程,主要特点是只讲实战,缺乏系统的理论知识和机械 CAX 概念。

使用这些教程,在学生培养上,必须先行开设相关的理论课程。国内外同行业日益意识到这一点,目前也有一部分教材注重去克服这一脱节现象,但这类教材以机械 CAD 为主,内容更侧重于三维造型的设计,对于注重如何最大限度地发挥学生的智力优势、能力优势和知识结构优势的本科教育,尤其是应用型本科教育,仍暴露出一些问题,比如有限元技术、优化设计技术等现代设计方法,在这类教材中基本没有得到体现。

Unigraphics NX (简称 NX)是当今世界上最先进的、高度集成的、面向制造业的 CAX 高端软件,可以实现真实的世界、真正的智能、快速去解决产品生命周期中从初始的概念设计到产品设计、仿真和制造工程;并完全在数字化的环境中,建立并捕获其 3D 产品定义信息。从 80 年代后期引进我国以来,已被广泛应用于航空航天、汽车、通用机械、模具等领域,使用者数量庞大,分布极广,在国内的企业和科研院所得到了充分的应用与研究,目前, NX 的最新版本是 10.0。本书内容上主要涉及 NX 的基础部分,在 NX 的各个版本中变化不大,能适用于 NX 各个版本的学习需要,避免了培训类教程因版本变化带来的短期性。

本书通过实例有针对性地介绍了机械 CAX (CAD/CAM/CAE)所涉及的一些现代设计方法,以及在 NX9.0 中文版软件上,实现这些方法的一些应用知识及相关使用技巧,从而避免目前相关培训教程针对 NX 软件“海量”命令的介绍,节省了大量的宝贵课时。事实上,这

些命令是没有必要面面俱到的,试想一个使用 AutoCAD 软件很多年的设计人员,其熟练了解的命令也就 30%左右;对于一个熟练的 NX 用户而言,也是如此,常用的命令也没多少。因此,本书的特点:第一,兼顾理论上(CAX 的现代设计方法)和实践上(NX 软件应用)的学习需求,十分注重方法和操作的实用性、针对性,命令讲解上不面面俱到;第二,理论上以够用为主,强调实践;第三,紧扣机械类课程尤其是机械设计类课程内容,大量使用该课程的相关案例,使培养方案中的知识点具有系统性和连续性。本书共分 10 章。

第 1 章 CAX 基础。介绍了 CAX 的基本概念、系统组成及发展趋势;重点讨论了 NX 启动方法和界面、技术特性、基本操作和通用工具的使用。

第 2 章 机械 CAD——零件建模。介绍了建模的概念、几何建模的方法及其缺陷、相关参数化特征建模的特点;重点讨论了使用草图二维轮廓、各种特征、正确的建模策略,去建立基于相关参数化的特征零件模型。

第 3 章 机械 CAD——装配建模。介绍了虚拟装配技术和主模型技术;重点讨论各种装配建模操作、使用 WAVE 技术进行部件间建模、“从底向上”和“自顶向下”策略进行产品的建模。

第 4 章 机械 CAD——工程制图。重点讨论图纸的设置,并使之符合 GB 制图标准;主模型和非主模型图纸样板的制作;用图样(视图、剖视图、剖面图)正确表达机件的常用方式,简述尺寸标注及技术标注、零件图的绘制、装配图的绘制。

第 5 章 机械 CAD——钣金建模。介绍钣金产品设计;重点讨论钣金产品——PC 机箱硬盘架的设计方法和钣金特征的创建过程。

第 6 章 机械 CAD——曲面建模。重点讨论空间曲线的创建、简单曲面特征的创建和编辑、由“片——实体辅助工具”生成曲面特征实体的方法。

第 7 章 机械 CAM。介绍数控机床、数控加工及数控工艺的特点;重点讨论各种平面铣加工工艺、各种型腔铣加工工艺、各种固定轴曲面轮廓铣加工工艺。

第 8 章 机械 CAE——有限元法。介绍有限元法的基本概念和在 NX 下的运用。

第 9 章 机械 CAE——优化设计。介绍优化设计的基本概念和在 NX 下的运用。

第 10 章 机械 CAE——运动仿真。介绍运动仿真的基本概念和在 NX 下的运用。

本书由成都大学机械工程学院李玉龙教授编写第 1 章、第 4 章、第 5 章、第 8~10 章,孙付春副教授编写第 2 章、第 3 章,唐茂副教授编写第 6 章、第 7 章。在编写过程中,得到了合肥学院王学军教授的大力帮助,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,写作时间仓促,书中不足之处在所难免,恳请读者批评指正。同时也欢迎读者就阅读本书中的问题或心得与编者进行交流。编者 E-mail: leo-world@163.com。忠心感谢各位读者能提出宝贵的意见。

扫描此二维码,可得到本书实训中所有的操作文件。



编者  
2015 年 4 月

# 目 录

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 第 1 章 CAX 基础              | 1   |
| 1.1 CAX 概述                | 1   |
| 1.2 NX 概述                 | 2   |
| 1.3 NX 界面                 | 10  |
| 1.4 NX 基本操作               | 17  |
| 1.5 NX 通用工具               | 20  |
| 1.6 NX 定制                 | 23  |
| 第 2 章 机械 CAD —— 零件建模      | 27  |
| 2.1 建模综述                  | 27  |
| 2.2 基准特征                  | 31  |
| 2.3 实训指导 1 —— 非草图特征建模     | 33  |
| 2.4 实训指导 2 —— 非草图特征建模     | 38  |
| 2.5 草图特征建模                | 41  |
| 2.6 实训指导 5 —— 草图特征建模      | 50  |
| 2.7 实训指导 6 —— 草图与非草图特征建模  | 52  |
| 2.8 实训指导 7 —— 规律曲线参数化特征建模 | 55  |
| 第 3 章 机械 CAD —— 装配建模      | 60  |
| 3.1 NX 装配建模               | 60  |
| 3.2 导航器                   | 69  |
| 3.3 实训指导 1 —— 从底向上装配建模    | 77  |
| 3.4 实训指导 2 —— 自顶向下装配建模    | 84  |
| 3.5 克隆装配                  | 91  |
| 第 4 章 机械 CAD —— 工程制图      | 93  |
| 4.1 制图应用综述                | 93  |
| 4.2 制图过程                  | 97  |
| 4.3 图纸模板                  | 101 |
| 4.4 图样画法                  | 105 |
| 4.5 尺寸标注                  | 115 |
| 4.6 技术要求                  | 116 |

|       |                         |     |
|-------|-------------------------|-----|
| 4.7   | 导出 DXF/DWG 格式 .....     | 116 |
| 4.8   | 零件图 .....               | 117 |
| 4.9   | 装配图 .....               | 119 |
| 第 5 章 | 机械 CAD —— 钣金建模 .....    | 123 |
| 5.1   | 概 述 .....               | 123 |
| 5.2   | 钣金设计预设置 .....           | 124 |
| 5.3   | 钣金设计流程 .....            | 126 |
| 5.4   | 钣金特征 .....              | 128 |
| 5.5   | 航空钣金特征 .....            | 137 |
| 5.6   | 实训指导 —— PC 机箱硬盘架 .....  | 139 |
| 第 6 章 | 机械 CAD —— 曲面建模 .....    | 144 |
| 6.1   | 曲 线 .....               | 144 |
| 6.2   | 曲面特征 .....              | 152 |
| 6.3   | 编辑曲面特征 .....            | 159 |
| 6.4   | 实训指导 —— 创建曲面 .....      | 160 |
| 第 7 章 | 机械 CAM .....            | 161 |
| 7.1   | CAM 概述 .....            | 161 |
| 7.2   | NX9.0 CAM 简介 .....      | 164 |
| 7.3   | CAM 过程 .....            | 170 |
| 7.4   | 平面铣 .....               | 187 |
| 7.5   | 型腔铣 .....               | 190 |
| 7.6   | 固定轴曲面轮廓铣 .....          | 192 |
| 7.7   | NX9.0 CAM 帮助 .....      | 193 |
| 第 8 章 | 机械 CAE —— 有限元法 .....    | 195 |
| 8.1   | 有限元法概述 .....            | 195 |
| 8.2   | 有限元建模工具 .....           | 196 |
| 8.3   | 实训指导 1 —— 零件 FEM .....  | 198 |
| 8.4   | 实训指导 2 —— 装配件 FEM ..... | 201 |
| 第 9 章 | 机械 CAE —— 优化设计 .....    | 203 |
| 9.1   | 优化设计概述 .....            | 203 |
| 9.2   | NX Nastran 优化向导 .....   | 204 |
| 9.3   | 实训指导 1 —— 几何优化 .....    | 204 |
| 9.4   | 实训指导 2 —— 性能优化 .....    | 206 |

---

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 第 10 章 机械 CAE —— 运动仿真 .....      | 209 |
| 10.1 概 述 .....                   | 209 |
| 10.2 运动仿真启动和工作界面 .....           | 209 |
| 10.3 实训指导 1 —— 自动生成连杆和运动副 .....  | 211 |
| 10.4 实训指导 2 —— 手动生成连杆和运动副 .....  | 213 |
| 10.5 实训指导 3 —— 内啮合齿轮副 .....      | 215 |
| 10.6 实训指导 4 —— 内啮合齿轮副运动可视化 ..... | 217 |
| 参考文献 .....                       | 219 |

## 第1章 CAX 基础

### 1.1 CAX 概述

#### 1.1.1 基本概念

计算机技术是现代科学技术发展中最伟大的成就之一，它的应用已遍及各个领域。在机械设计及制造领域中，由于市场竞争的加剧，用户对产品的要求越来越高，所以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和制造技术相互渗透、相互结合，从而产生了机械 CAX (CAD/CAM/CAE) 这样一门综合性的高新技术，业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设计和制造产品中的常规方式，大大减轻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。机械 CAX 技术是将 CAD、CAM、CAE 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。其显著特点是把设计、制造、分析过程同生产管理、质量管理集成起来，通过生产数据采集形成一个闭环系统。

CAD (Computer Aided Design, 计算机辅助设计) 是指以计算机为辅助工具，根据产品的功能要求，完成产品工程信息的数字化及制图；主要包括：零件建模、装配建模、工程绘图等。CAM (Computer Aided Manufacturing, 计算机辅助制造) 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、质量控制等。CAE (Computer Aided Engineering, 计算机辅助工程) 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和运动仿真的主要支持模块；主要包括：优化设计、有限元分析 FEA、机构运动分析、流场分析等。

#### 1.1.2 主模型

零部件的 CAD 模型在 CAX 中承担着主模型的角色，后续 CAM、CAE 操作所采用的模型均是 CAD 模型的“引用”，其主要作用为分离数据；由此可见，CAD 的发展体现了 CAX 的整体水平。通常，CAM、CAE 等非主模型 part 文件名多为 CAD 模型\*\*\*.prt 的名称衍生，如 \*\*\*\_cam.prt、\*\*\*\_dwg.prt、\*\*\*\_assm.prt 等，如图 1-1 所示。通过应用主模型方法，实现了从 CAD 到 CAM、CAE 所有应用的关联。

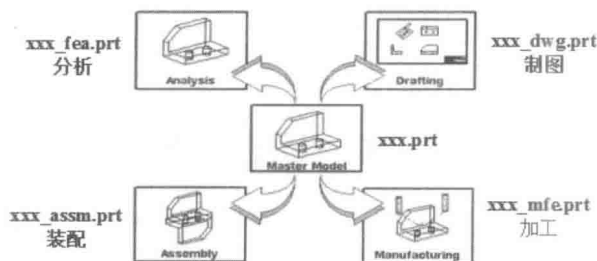


图 1-1 主模型方法

### 1.1.3 CAX 技术发展

CAX 中的 CAD 技术起源于美国，它经历了一个由二维 CAD 技术（1960's）向三维设计技术发展的过程。其中，三维 CAD 技术又先后经历了：

- ◆ 线框模型（1960's）。
- ◆ 曲面模型（1970's）。第一次 CAD 技术革命（贵族化的曲面造型系统）。
- ◆ 实体建模（1980 年代中期）。第二次 CAD 技术革命（生不逢时的实体造型技术）。
- ◆ 参数化实体建模（1980 年代后期）。第三次 CAD 技术革命（一鸣惊人的参数化技术）。
- ◆ 基于特征的实体建模（1990's）。第四次 CAD 技术革命（更上一层楼的变量化技术）。
- ◆ 基于互联网的智能实体模型（2000's）。第五次 CAD 技术革命。

目前，三维 CAX 软件很多，主要有面向产品设计的 NX、Pro/E 和 SolidWorks 等；面向数控加工的有 CATIA 和 NX 等；以及面向工程分析的 I-DEAS 等。其中，NX、Pro/E 为目前最为流行的两类高端 CAD 软件，各有优势。NX 和 Pro/E 最主要的区别在于，NX 是一个半参数化建模软件，这样，在模型修改方面会显的功能很强悍；Pro/E 则是一个全参数建模软件，这样，团队协作的关联性会很强，单一的变换直接影响全局的变化。在 Pro/E 中更多的是草图特征，可能没有 NX 的特征建模效率高，但却有更大的柔性；例如：在 NX 中如果想将一个圆孔改为方孔的可能性非常小，因为这是两个不同的特征，而在 Pro/E 中，这却是非常轻而易举的事情。

## 1.2 NX 概述

### 1.2.1 简介

Unigraphics NX 软件（简称 UG NX，本书简称为 NX）作为 UGS 公司提供的全生命周期解决方案中面向产品开发领域的旗舰产品，为用户提供了一套集成的、全面的产品开发解决方案，用于产品设计、分析、制造，帮助用户实现产品创新，缩短产品上市时间、降低成本、提高质量。

UGS 公司的产品主要有为机械制造企业提供包括从设计、分析到制造的 Unigraphics 软件；基于 Windows 的设计与制图产品 Solid Edge；集团级产品数据管理系统 iMAN；产品可

视化技术 ProductVision; 以及被业界广泛使用的高精度边界表示的实体建模核心 Parasolid 在内的全线产品。

Unigraphics NX 软件是建立在最新的体系结构——NX 体系结构基础之上的, 这是一个支持产品全生命周期管理 (PLM) 的全新体系结构, 是 UGS 公司同其主要客户一起设计开发出来的, 以支持完整的产品工程。UGS 本意是建立一个理想的环境, 使所有企业及其合作伙伴都可以通过全球创新网络来协同工作, 以生产出世界级的产品并提供最完善的服务; 同时, 利用 UGS 开放的企业解决方案, 帮助企业完成创新流程变革的伟大使命。

NX 是 CAX 高度集成的三维参数化软件, 是当今世界最先进的计算机辅助设计、分析和制造软件, 广泛应用于航空、航天、汽车、造船、通用机械和电子等工业领域。自 2001 年进入中国以后, 其在中国的业务有了很大的发展, 中国已成为其远东区业务增长最快的国家。自 1960 年起, NX 软件先后经历了:

- ◆ 1960 年, McDonnell Douglas Automation 公司成立。
- ◆ 1976 年, 收购了 Unigraphics CAD/CAE/CAM 系统的开发商——United Computing 公司, UG 的雏形问世。
- ◆ 1983 年, UG 上市。
- ◆ 1986 年, Unigraphics 吸取业界领先的、为实践所证实的实体建模核心——Parasolid 的部分功能。
- ◆ 1989 年, Unigraphics 宣布支持 UNIX 平台及开放系统的结构, 并将一个新的与 STEP 标准兼容的三维实体建模核心 Parasolid 引入 UG。
- ◆ 1990 年, Unigraphics 成为 McDonnell Douglas (波音飞机公司) 机械 CAX 的标准。
- ◆ 1991 年, Unigraphics 开始了从 CAX 大型机版本到工作站版本的转移。
- ◆ 1993 年, Unigraphics 引入复合建模的概念, 可以将实体建模、曲线建模、框线建模、半参数化及参数化建模融为一体。
- ◆ 1995 年, Unigraphics 首次发布了 Windows NT 版本。
- ◆ 1996 年, Unigraphics 发布了能自动进行干涉检查的高级装配功能模块、最先进的 CAM 模块以及具有 A 类曲线造型能力的工业造型模块。它在全球迅猛发展, 占领了巨大的市场份额, 已经成为高端及商业 CAX 应用开发的常用软件。
- ◆ 1997 年, Unigraphics 新增了包括 WAVE (几何链接器) 在内的一系列工业领先的新增功能。WAVE 这一功能可以定义、控制、评估产品模板, 被认为是在未来几年中业界最有影响的新技术。
- ◆ 2000 年, Unigraphics 发布了新版本的 UG17, 从而使 UGS 成为工业界第一个可以装载包含深层嵌入基于工程知识 (KBE) 语言的世界级 MCAD 软件产品的供应商。
- ◆ 2001 年, Unigraphics 发布了新版本 UG18。新版本对旧版本的对话框进行了调整, 使得在最少的对话框中能完成更多的工作, 从而简化了设计。
- ◆ 2002 年, Unigraphics 发布了 NX1.0。新版本继承了 UG18 的优点, 改进和增加了许多功能, 使其功能更强大, 更完美。
- ◆ 2003 年, Unigraphics 发布了新版本 NX2.0。新版本基于最新的行业标准, 它是一个全新支持 PLM 的体系结构。EDS 公司同其主要客户一起, 设计了这样一个先进的体系结构, 用于支持完整的产品工程。

◆ 2004 年, Unigraphics 发布了新版本的 NX3.0。它为用户的产品设计与加工过程提供了数字化造型和验证手段, 它针对用户对虚拟产品的设计和工艺设计的需要, 提供经过实践验证的解决方案。

◆ 2005 年, Unigraphics 发布了新版本的 NX4.0。它是崭新的 NX 体系结构, 使得开发与应用更加简单和快捷。

◆ 2007 年 4 月, UGS 公司发布了 NX5.0, NX 的新一代数字产品开发软件, 帮助用户以更快的速度开发创新产品, 实现更高的成本效益。

◆ 2007 年 5 月 10 日, UGS 公司宣布, 西门子完成对 UGS 公司的收购, 于 2007 年 5 月 4 日生效。UGS 公司从此将更名为 UGS PLM 软件公司 (UGS PLM Software), 并作为西门子自动化与驱动集团 (Siemens A&D) 的一个全球分支机构展开运作。

◆ 2008 年 6 月, Siemens PLM Software 发布 NX6.0, 建立在新的同步建模技术基础之上的 NX6.0。将在市场上产生重大影响。同步建模技术的发布是 NX 的一个重要里程碑, 并且向 MCAD 市场展示了 Siemens 的郑重承诺。NX6.0 将为我们的重要客户提供提高生产力。

◆ 2009 年 10 月, Siemens PLM Software 发布 NX7.0。NX7.0 引入了 HD3D (三维精确描述) 功能, 即一个开放、直观的可视化环境, 有助于全球产品开发团队充分发掘 PLM 信息的价值, 并显著提升其制定卓有成效的产品决策的能力。此外, NX7.0 还新增了同步建模技术的增强功能, 修复了很多 6.0 所存在的漏洞, 稳定性方面较 6.0 有很大的提升。

◆ 2010 年 5 月 20 日, Siemens PLM Software 在上海世博会发布了 NX7.5, NX GC 工具箱将作为 NX7.5 的一个应用模块与 NX7.5 一起同步发布。NX GC 工具箱是为满足中国用户对 NX 特殊需求推出的本地化软件工具包。在符合国家标准 (GB) 的基础上, NX GC 工具箱做了进一步完善和大量的增强工作。

◆ 2011 年 09 月, Siemens PLM Software 发布了 NX8.0。

◆ 2012 年 10 月, Siemens PLM Software 发布了 NX8.5。

◆ 2013 年 10 月, Siemens PLM Software 发布了 NX9.0。

◆ 2014 年 12 月, Siemens PLM Software 发布了 NX10.0。

### 1.2.2 特 点

NX/CAX 系统提供了一个基于过程的产品设计环境, 使产品开发从设计到加工和分析真正实现了数据的无缝集成, 从而优化了企业的产品设计与制造。具体来说, 该软件具有以下特点:

(1) 具有统一的数据库。真正实现了 CAX 等各模块之间的无数据交换的自由切换, 可实施并行工程。

(2) 采用复合建模技术。可将实体建模、曲面建模、线框建模、显示几何建模与参数化建模融为一体。

(3) 基于特征。用基于特征 (如孔、凸台、型腔、槽沟、倒角等) 的建模和编辑方法作

为实体造型基础，形象直观，类似于工程师传统的设计办法，并能用参数驱动。

(4) 曲面设计采用非均匀有理 B 样条作基础。可用多种方法生成复杂的曲面，特别适合于汽车外形设计、汽轮机叶片设计等复杂曲面造型。

(5) 出图功能强。可十分方便地从三维实体模型直接生成二维工程图。能按 ISO 标准和国标标注尺寸、形位公差和汉字说明等；并能直接对实体做旋转剖、阶梯剖和轴测图挖切生成各种剖视图，增强了绘制工程图的实用性。

(6) 以 Parasolid 为实体建模核心。实体造型功能处于领先地位。目前，著名 CAX 软件均以此作为实体造型基础。

(7) 提供界面良好的二次开发工具 GRIP 和 UFUNC。并能通过高级语言接口，使 NX 的图形功能与高级语言的计算功能紧密结合起来。

(8) 具有良好的用户界面。绝大多数功能都可通过图标实现，进行对象操作时，具有自动推理功能。同时，在每个操作步骤中，都有相应的提示信息，便于用户做出正确的选择。

### 1.2.3 应用模块

NX 的功能是靠各应用模块来实现的，每个模块都有独立的功能，而且模块之间又具有一定的相关性，用不同的应用模块，来实现不同的用途。NX 的应用模块和分类如图 1-2 所示。总体上，NX 的应用模块分为 CAD、CAM、CAE、工装和其他共五大类模块。其中，CAX 应用模块可从 NX 入口模块中通过对应的模板来启动，这里的模板主要用于确定相应模块的应用环境，对应于 CAX 的各类模板如图 1-3 所示，每个模板又有公制和英制两种规格；当采用空白模型的基本应用环境时，可在基本环境中启动各类应用模块；在入口模块下，工装模块也可直接启用。

NX9.0 具有强大的应用功能模块，因此，用户可以根据工作的需要，将产品调入到不同的模块中进行设计或进行加工编程等操作，下面简要介绍工程设计中较常用的 CAX 模块。



图 1-2 NX 应用模块及其分类

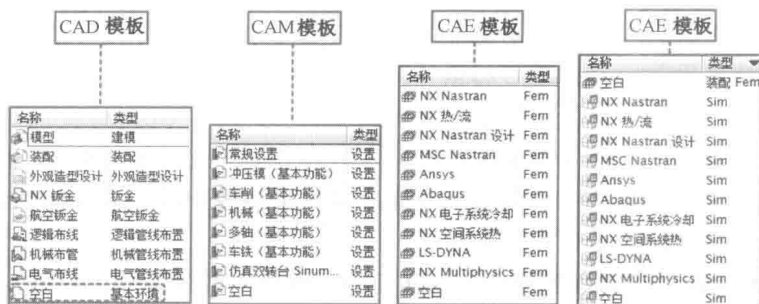


图 1-3 NX 应用模板

### 1.2.3.1 CAD 模块

NX 混合建模提供了多种工具,设计人员能够从一个基础形状开始,应用共用的特征(如孔、凸台、切口和圆角等),从而加快实体模型的创建速度。基于特征的方法会自动进行几何操作,并且根据选择的参数值对部件进行建模。参数化建模能够通过捕捉设计意图来加快设计改动,从而很容易用直观、尺寸驱动的技术来进行变更。通过这些工具,设计人员能够用一系列不受限制的操作来处理几何图形,包括曲线和样条,扫掠、旋转和放样后的立体,Boolean 操作——增加、减少和相交立体,通过由曲线或点组成的一个网络进行精密曲面建模。

#### ■ 二维草图

二维草图是组成一个二维轮廓的参数化曲线的集合。草图一般用作拉伸、旋转、沿导线扫掠、管道特征的截面线串或引导线串等;也可以在曲面建模中用作扫掠体或通过曲线放样的截面。

尽管草图图形可以通过徒手粗略绘制,然后通过几何约束和尺寸约束加以限制。但还是应尽量按实际尺寸和约束绘制草图,这样可以避免因图形变化太大带来的混乱。在应用三维建模模块设计过程中,如果需要对模型零件的二维草图进行修改,则可以直接双击特征的二维轮廓线,系统将自动切换至二维草图的操作平台。用户可以根据实际的设计需要对零件的二维草图轮廓线进行编辑,从而生成满足用户要求的零件模型。

#### ■ 三维建模模块

三维建模模块具有成形特征、特征操作和曲线操作等功能,每个功能处理不同的设计步骤,而且各个功能之间存在相互关联,方便了用户修改零部件模型,减少重复劳动,保证了零件设计的一致性和时效性。

通过三维建模模块的功能,不但可以逐步实现设计的要求,而且还可以与软件中的其他模块功能进行交互。因为 NX9.0 软件各模块功能是相互混合、相互关联的,所以可以在模块间进行切换,以增加产品设计的可行性。

#### ■ 外观造型设计模块

外观造型设计模块是一个定制的造型和工业设计程序包,它可以提供设计人员在概念建模阶段研究形状,和进行假设造型时所需要的自由度和准确性。它通过无缝地集成基于曲线和曲面的建模,设计人员实际上能够使用任何方法或者建模技术,能够容易地通过延伸、弯

曲、扭转和斜移曲率来对表面进行变形处理。滑块控件和实时的动态显示可以确保简单、可靠的变形处理方法。利用外观造型设计模块分析工具,可以保证精确定义产品模型。

外观造型设计模块具有曲面造型设计、曲面分析和辅助实体特征设计等功能。工业设计、日常生活中的许多产品模型都涉及曲面的设计,而该模块强大的曲面造型功能,可以根据用户的要求设计出不同形状的复杂曲面,并且创建的曲面还可以与实体特征混合应用,更便于产品造型设计。

### ■ 装配模块

NX 提供了目前最强大的 CAD 装配设计工具,装配建模支持协同、高层次的设计方法。NX 支持自上而下和自下而上两种装配设计方法,在装配过程中还可以对零件进行设计和编辑修改,并保持装配件与零件的关联性。装配模块提供高级装配管理和导航,使团队始终处于有组织的状态并按计划执行任务。设计人员能够为一项特定任务设定上下文,提供过滤工具,用位置、功能等标准来选择相关部件。

### ■ 工程制图模块

NX 提供了一套综合性的自动化 CAD 工具,用于绘制并管理工程和技术图纸。设计人员可以创建并保存符合标准的工程图纸。工程图是指用于指导实际生产的三视图图样。工程图的制作是将零件或装配模型设计归档的过程,其正确与否将直接影响到生产部门的实际生产制造。NX9.0 软件提供的工程制图模板并不是单纯的二维空间制图,它与三维模型零件有着密切的关联。二维工程图的绘制是通过投影模型空间的三维零件所得的,用户需要通过投影视图来表达零件的特征信息。用户修改模型特征后,系统会根据对应关系更新制图模板中的视图特征,从而满足不断变化的工作流程需求,方便、快捷地绘制出合理、正确的工程图图样。

### ■ 钣金模块

NX 钣金设计解决方案为专业设计人员提供了一整套工具,根据材料特性和制造过程方面的知识高效地创建并管理钣金零件。NX 钣金模块包括用于合并材料和过程信息的特征和工具,允许模型表达钣金制作周期中的各个阶段。该模块可实现如下功能:复杂钣金零件生成;参数化编辑;定义和仿真钣金零件的制造过程;展开和折叠的模拟操作;生成精确的二维展开图样数据;展开功能可考虑可展和不可展曲面情况,并根据材料中心层特性进行补偿。

#### 1.2.3.2 CAM 模块

CAM 利用计算机进行生产设备管理控制和操作的过程。它的输入信息是零件的工艺路线和工序内容,输出信息是刀具加工时的运动轨迹(刀位文件)和数控程序。NX CAM 具有一整套刀具路径处理器(钻孔、车削、2~5 轴铣削、线切割、基于特征的加工)、后处理器建造和编辑工具以及全面的三维机床仿真等功能。

### ■ 加工基础 (NX/CAM Base)

NX 加工基础模块提供了如下功能:在图形方式下观测刀具沿轨迹运动的情况、进行图形化修改,如对刀具轨迹进行延伸、缩短或修改、点位加工编程等。

### ■ 后处理 (NX/Post Execute) 和加工后置处理 (NX/Post Builder)

NX 的加工后置处理模块使用户可以方便地建立自己的加工后置处理程序, 该模块适用于目前世界上几乎所有的主流 NC 机床和加工中心, 该模块在多年的应用实践中已被证明适用于 2~5 轴或更多轴的铣削加工、2~4 轴的车削加工和电火花线切割。

### ■ 车削加工 (NX/Lathe)

车削加工模块中的刀具路径和零件几何模型密切相关, 刀具路径能随几何模型的改变而自动更新, 并提供高质量旋转体零件加工所需的全部功能。

### ■ 型腔和型芯铣削 (NX/Core and Cavity Milling)

NX 型芯、型腔铣削模块可以完成粗加工单个或多个型腔, 即沿任意类似型芯的形状进行粗加工并产生刀具运动轨迹、确定走刀方式等工作。

### ■ 固定轴铣削 (NX/Fixed — Axis Milling)

NX 固定轴铣削模块的功能主要包括产生 3 轴联动加工刀具路径、加工区域选择、多种驱动方式和走刀方式选择。

### ■ 切削仿真 (NX/Flow Cut)

切削仿真模块可以自动找出待加工零件上满足双相切条件的区域; 一般情况下, 这些区域就是型腔中的根区和拐角。用户可以直接选定加工刀具, NX 切削仿真模块将自动计算对应于此刀具的双相切条件区域作为驱动几何, 并自动生成一次或多次走刀的清根程序。

### ■ 可变轴铣削 (NX/Variable Axis Milling)

可变轴铣削模块支持定轴和多轴铣削功能, 可加工 NX 造型模块中生成的任何几何体, 并保持主模型相关性。该模块具有多年工程使用验证的 3~5 轴铣削功能, 以及刀轴控制、走刀方式选择和刀具路径生成功能。

## 1.2.3.3 CAE 模块

CAE 是利用计算机辅助求解复杂工程和产品结构强度、刚度、屈曲稳定性、动力响应、热传导、三维多体接触、弹塑性等力学性能的分析计算以及结构性能的优化设计等问题的一种近似数值分析方法, 其核心思想是结构的离散化, 基本过程是将一个形状复杂的连续体的求解区域分解为有限的形状简单的子区域。CAE 模块主要包括高级仿真、设计仿真和运动仿真三大子模块。

### ■ 注塑分析

注塑分析模块是一个集成在 NX 中的注塑分析系统, 具有前处理、解算和后处理能力, 并且提出了在线求解器和完整的材料数据库。分析结果动态显示注塑过程中的流动、填充时间、焊线位置、气井、填充的可靠度、注塑模压力和降温的过程。使用该模块可以帮助模具设计人员确定注塑模具设计是否合理, 不合适的注塑模具几何体将会很容易被检查出来并予以修正, 从而产生高质量的产品。

## ■ 机构分析

机构分析模块能对任何二维或三维机构进行复杂的运动学分析、动力学分析和设计仿真，可完成大量的装配分析工作；其交互式运动学模式允许用户同时控制 5 个运动副，并可把位移、速度、加速度之间的关系用图形表示出来；还可分析反作用力，同时将反作用力输出到有限元模块中。

## ■ 有限元分析

有限元分析模块是一个集成 CAE 工具，它可将几何模型转换为有限元分析模型，方便快捷的对 NX 的零件和装配进行前、后置处理。它与求解器 NX/FEA 集成，可以进行线性静力分析、模态分析和稳态分析。有限元可以用来评估各种设计方案，其分析结果可以优化产品，提高产品质量，缩短产品的上市时间。

### 1.2.3.4 工装模块

NX Tooling 应用软件把设计的生产力和效率扩展到了制造。这些解决方案以动态方式与产品模型连接，及时提供准确的生产工具、铸模、冲模和工装夹具。对于很多产品来说，设计和制造生产产品所需的工具是新产品导入周期中的关键环节。对于某些行业来说，产品的上市速度非常关键，而工具制造过程往往以小时计算；对于这样的行业来说，工具的设计和制造尤其重要；其中注塑模最为完整和成熟，它为设计者提供了一个与 NX 三维建模完全整合的模具设计环境，可逐步引导用户进行模具设计工作。

## 1.2.4 三维建模方法

NX 的三维建模主要是通过特征来实现的，特征是指零件上具有某种特定的功能并能被基本的加工方式加工成形的几何实体；它是工程环境中能运用几何和功能信息进行产品零件造型的关键要素，是集成环境中高层语义信息的载体和基本传输。一个实体模型通常由多个特征组成，如块、凸台、孔、阵列、腔体、边倒圆等特征，图 1-4 所示为利用特征所建的模型。

特征建模根据产品数据转换标准（STEP）组成零件的特征分成以下三大类：

- ◆ **基准特征**：主要有基准点、基准线、基准面和工作坐标系，用以辅助生成某些特征。
- ◆ **基本形状特征**：它的存在及其空间位置不受其他形状特征是否存在的影响。
- ◆ **辅助形状特征**：依附在基本形状特征之上的其他形状特征，它不能独立存在。

在图 1-4 中，块（2）为基本形状特征；凸台（4）、孔（5）、阵列（6）（7）、腔体（8）、边倒圆（9）为辅助形状特征点；点（1）、（3）是为凸台（4）、孔（5）提供定位的基准特征。其中，点（1）、（3）既为块（2）的子特征；又为凸台（4）、孔（5）的父特征；孔（5）既为块（2）、点（1）的子特征，又为阵列特征（6）、（7）的父特征等。

由此可见，父特征可以有多个子特征，同时子特征也可以有多个父特征，即父特征与子特征是多对多关系。子特征可以是其他特征的父特征。父特征与子特征相关联，不能单独删除带有子特征的父特征，但可以单独删除子特征。父特征修改后，其相关的子特征会进行更