

三维造型设计

◆ 主编 杨立云 张良贵 李彩凤



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

三维造型设计

主 编 杨立云 张良贵 李彩风
副主编 任少蒙 张卫艳 吕 润
参 编 史海军 朱恺真
主 审 孙志平 张敬芳

内 容 简 介

UG NX 是高端三维机械 CAD 软件之一, 本书以目前我国企业中应用得较多的 UG NX 10.0 为蓝本, 以机械加工中的典型零件为载体, 采用项目化教学, 任务驱动, 突出机械类学生及机械工程人员计算机辅助机械产品设计思路及方法, 介绍该软件三维造型建模的操作方法和机械设计应用技巧。在任务中, 结合大量的机械产品实例对软件中抽象的概念、命令和功能进行讲解, 以典型机械零件及产品设计范例的形式介绍实际产品的设计过程, 能使学生较快地进入设计状态, 具有很强的实用性。在写作方式上, 本书紧贴软件的实际操作界面, 采用软件中真实的对话框、操控板和按钮等进行讲解, 使初学者能够直观、准确地操作软件进行学习, 从而尽快地上手, 提高学习效率。

本书既可作为高职高专、应用型本科及成人高等院校的机械类专业、机电类专业的教学用书, 也可作为机械、电子、玩具等行业的产品开发设计技术人员的参考用书及培训教材。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

三维造型设计 / 杨立云, 张良贵, 李彩凤主编. --
北京: 北京理工大学出版社, 2022.5

ISBN 978-7-5763-1342-0

I. ①三… II. ①杨… ②张… ③李… III. ①三维 -
工业产品 - 造型设计 - 计算机辅助设计 - 应用软件 IV.
①TB472-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2022)第 086104 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68944723 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 涿州市新华印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 20.5

字 数 / 478 千字

版 次 / 2022 年 5 月第 1 版 2022 年 5 月第 1 次印刷

定 价 / 89.90 元

责任编辑 / 曾 仙

文案编辑 / 曾 仙

责任校对 / 刘亚男

责任印制 / 李志强

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换



前言

“三维造型设计”是高等院校的一门实践性很强的课程，是机械设计与制造专业或其他相关专业的专业核心课程。开设该课程是为了培养学生的专业软件综合应用能力，把握技术发展的脉搏，以适应机械设计与制造技术的职业岗位发展需求。

本书依据教学一线的专业骨干教师所进行的企业调研、岗位技能需求分析，在专业人才培养方案的指导下，积极组织企业技术人员，基于专业核心课程标准，并结合国家相关职业标准而编写。

1. 本书特色

本书基于机械类专业产品设计的岗位能力需求进行课程开发，以典型机械零件及产品为载体，以培养学生三维造型设计能力为主、理论为度，“工学结合”地选取教材内容，以“学习领域—学习情境—任务”的形式组织教材结构。

与市场上已出版的同类书比较，本书具有以下几个特点：

(1) 本书兼顾理论与实践，立足于解决实际问题，目的是使学生在掌握基础知识的同时，通过项目实例分析来开阔思路、掌握方法，提高对知识综合运用的能力。在学习过程中，突出“任务分析”“设计思路”“考核评价”等环节，通过项目实例的分析和讲解帮助学生更快更好地完成学习。

(2) 通过“任务工单→任务分析→知识链接→设计思路→任务实施→考核评价”的环节，辅助读者学习机械产品三维造型设计过程，应用性强，有很强的指导性和可操作性，有利于学生打好坚实的基础和提升设计技能。

(3) 选题从易到难，从零件到产品，并且穿插大量的软件操作技能、专业规范及工程标准等，便于学生快速地进入设计工程师的行业，解决工程设计实际问题。

2. 教材约定

单击：将鼠标指针移至某位置处，然后按一下鼠标左键。

双击：将鼠标指针移至某位置处，然后连续快速地按两次鼠标左键。

右击：将鼠标指针移至某位置处，然后按一下鼠标右键。

单击中键：将鼠标指针移至某位置处，然后按一下鼠标中键。

滚动中键：只是滚动鼠标中键，而不能按中键。

选择（选取）某对象：将鼠标指针移至某对象上，单击以选取该对象。


拖移某对象：将鼠标指针移至某对象上，然后按下鼠标左键不放，同时移动鼠标，将该对象移动到指定的位置后松开鼠标左键。

本书包括6个项目共20个任务，主要包括三维造型设计基础、草图设计、零件设计、曲面零件设计、装配设计及工程图设计。每个任务中均采用简洁、直观的图形形式展示模型

设计过程与建模操作知识点,各个项目间既有联系又有知识能力梯度,该梯度符合学生学习的认知规律,且每个项目中都有不同难度的习题资源,便于教师分层次教学。

本书由河北机电职业技术学院杨立云、张良贵、李彩凤主编并统稿,河北机电职业技术学院任少蒙、张卫艳和石家庄理工职业学院吕润为副主编。其中,项目1、项目2的任务2.1由杨立云、吕润编写,项目2的任务2.2、项目3的任务3.1~任务3.3由任少蒙编写,项目3的任务3.4~任务3.6由张卫艳编写,项目4、项目5由李彩凤编写,项目6由张良贵编写。首都航天机械有限公司史海军、机械工业第六设计研究院有限公司朱恺真为各个项目提供企业典型案例与企业产品建模的注意事项与经验,以保证本书的实用性。本书由河北机电职业技术学院孙志平、张敬芳主审。

由于编者水平有限,本书难免存在不足之处,恳切希望广大读者批评指正。



目 录

项目 1 三维造型设计基础	001
任务 1.1 三维造型设计基本认知	002
1.1.1 三维造型设计概述	003
1.1.2 相关软件介绍	004
任务 1.2 UG NX 基本操作	007
1.2.1 NX 10.0 的基本工作环境	008
1.2.2 文件管理基本操作	015
1.2.3 系统基本参数设置	016
1.2.4 视图布局设置	020
1.2.5 工作图层设置	021
1.2.6 基本视图操作	024
项目小结	032
项目 2 草图设计	033
任务 2.1 垫板零件草图设计	034
2.1.1 草图绘制命令概述	035
2.1.2 草图绘制	037
2.1.3 草图的编辑	041
任务 2.2 钩子的草图设计	055
2.2.1 草图几何约束	056
2.2.2 草图尺寸约束	062
项目小结	068
项目 3 零件设计	069
任务 3.1 轴套零件设计	070
3.1.1 拉伸特征介绍	071
3.1.2 基本体素特征介绍	072
3.1.3 布尔运算	076

3.1.4	基准特征	078
任务 3.2	支座设计	089
3.2.1	孔特征介绍	090
3.2.2	镜像特征和镜像几何体	091
3.2.3	筋板特征	092
任务 3.3	端盖设计	101
3.3.1	旋转特征介绍	102
3.3.2	边倒圆特征介绍	102
3.3.3	倒斜角特征介绍	103
3.3.4	阵列特征介绍	104
3.3.5	阵列几何特征介绍	105
任务 3.4	阶梯轴设计	119
3.4.1	螺纹	120
3.4.2	槽	122
3.4.3	键槽	124
3.4.4	定位操作	127
任务 3.5	三通零件设计	139
3.5.1	扫掠	140
3.5.2	管道	141
3.5.3	抽壳	142
3.5.4	替换面	144
3.5.5	偏置区域	144
3.5.6	移动面	145
3.5.7	删除面	146
3.5.8	设为共面	147
任务 3.6	印花轴设计	161
3.6.1	凸起	162
3.6.2	阵列面	163
3.6.3	修剪体	165
3.6.4	拆分体	166
3.6.5	缩放体	166
3.6.6	偏置曲面	166
3.6.7	偏置面	167
项目小结	175
项目 4	曲面零件设计	177
任务 4.1	水杯设计	178
4.1.1	曲线与曲面建模基础知识	179



4.1.2	圆弧和圆	180
4.1.3	基本曲线——圆角	182
4.1.4	派生曲线——截面曲线	184
4.1.5	高级空间曲线——艺术样条	184
4.1.6	分割曲线	186
4.1.7	曲线成片体	187
4.1.8	通过曲线网格	188
4.1.9	缝合	189
4.1.10	加厚	190
任务 4.2	立体五角星设计	197
4.2.1	直线	198
4.2.2	多边形	200
4.2.3	修剪曲线	201
4.2.4	N 边曲面	202
4.2.5	直纹	202
4.2.6	有界平面	204
4.2.7	修剪片体	204
任务 4.3	异形面设计	211
4.3.1	矩形	212
4.3.2	派生曲线——连结	212
4.3.3	派生曲线——投影	213
4.3.4	派生曲线——镜像	214
4.3.5	通过曲线组	214
项目小结	223
项目 5	装配设计	225
任务 5.1	滑动轴承装配设计	226
5.1.1	装配设计基础知识	227
5.1.2	添加组件	229
5.1.3	装配约束	231
5.1.4	移动组件	237
5.1.5	装配导航器与约束导航器	240
任务 5.2	滑动轴承装配爆炸图	247
5.2.1	爆炸图概述	248
5.2.2	爆炸图工具条	248
5.2.3	新建爆炸图	249
5.2.4	编辑爆炸图	249
5.2.5	自动爆炸组件	250



5.2.6	取消爆炸组件	251
5.2.7	删除爆炸图	252
5.2.8	工作视图爆炸	252
5.2.9	隐藏/显示视图中的组件	252
5.2.10	追踪线	253
任务 5.3	凸缘联轴器装配设计	257
5.3.1	阵列组件	258
5.3.2	镜像装配	260
项目小结	267
项目 6	工程图设计	269
任务 6.1	工程图基础知识	270
任务 6.2	创建虎钳零件视图	275
6.2.1	下拉菜单与工具条	276
6.2.2	制图环境中的部件导航器	277
6.2.3	常用视图创建命令	278
任务 6.3	创建虎钳零件工程图标注	293
6.3.1	尺寸	294
6.3.2	注释	296
任务 6.4	创建虎钳装配工程图	311
6.4.1	表格注释	312
6.4.2	符号标注	312
项目小结	317
参考文献	318

项目1 三维造型设计基础



UG NX (又称 Siemens NX、NX) 由 Siemens (西门子) PLM Software 公司成功开发, 是一个集 CAD、CAE、CAM 等为一体的数字化产品开发系统, 它支持产品开发的整个过程, 涵盖从概念 (CAID) 到设计 (CAD)、分析 (CAE)、制造 (CAM) 的完整流程。

项目1 主要培养学生三维造型设计基本认知与 UG NX 基本工作环境及基本操作的实用基础知识, 主要包括:

- ◆ 三维造型设计概述。
- ◆ 相关软件介绍。
- ◆ NX 10.0 的基本工作环境。
- ◆ 文件管理基本操作。
- ◆ 系统基本参数设置。
- ◆ 视图布局设置。
- ◆ 工作图层设置。
- ◆ 基本视图操作。
- ◆ 典型的对象编辑操作。

认真学习三维造型设计基础, 将有助于系统化学习后续章节介绍的 NX 应用知识。

任务 1.1 三维造型设计基本认知



学习任务		三维造型设计基本认知			
姓名		学号		班级	
任务 目标	知识目标	<ul style="list-style-type: none"> • 掌握计算机辅助设计的相关概念 • 了解典型三维设计软件的特点 			
	能力目标	<ul style="list-style-type: none"> • 能够正确描述计算机辅助三维造型设计的概念 • 能够正确区分三维造型设计软件的特点 			
	素质目标	<ul style="list-style-type: none"> • 具有自我学习能力及创新能力 			
任务描述		认识三维造型设计相关的概念，明确三维造型设计的意义，初步了解各类三维建模软件，分析其各自的特点			
学习笔记					



任务分析

在课程学习之初，首先需要了解课程相关的概念，掌握目前市场应用的三维造型建模软件及其特点，为后续的学习打下坚实的基础。

知识链接

1.1.1 三维造型设计概述

1. 造型设计的概念

所谓造型设计，不是单纯的外形设计，而是更为广泛的设计与创造活动，它不仅包括形态的艺术性设计，还包括与实现形态及实现有关功能材料、结构、构造、工艺等方面的技术性设计。

在整个设计过程中，形态、结构、材料、工艺与使用功能的统一，与人的心理、生理相协调，将始终是研究和解决的主要内容。

造型设计是工程技术与美学艺术相结合的一种现代设计方法。

2. 计算机辅助造型设计的概念和意义

计算机辅助设计（Computer Aided Design, CAD）是指由计算机来完成产品设计中的数据计算、几何分析、产品模拟、图纸绘制、编制技术文件等工作。

计算机辅助三维造型设计是指设计人员借助计算机辅助设计系统提供的图形终端（或工作站）及其软件描述所设计产品的形状、结构、大小以及模拟在光线照射下表面的色彩、明暗和纹理等，它以提高效率、增强设计的科学性与可靠性、适应信息化社会的生产方式为目的。

因此，三维造型就是在计算机上建立完整的产品三维几何形状的过程。在计算机上进行三维造型所用的技术称为三维造型技术。三维造型的结果是三维模型，因此也称为三维建模。

3. 三维造型 CAD 系统的组成及功能

三维造型 CAD 系统一般由数值计算与处理、交互绘图与图形输入/输出、存储和管理设计制造信息的工程数据库三大模块组成，其主要功能包括：

- (1) 造型功能。
- (2) 强大的图形处理功能，包括绘图、编辑、图形输入/输出和真实感图形渲染等。
- (3) 有限元分析和优化设计能力。
- (4) 三维运动机构的分析与仿真。
- (5) 提供二次开发工具，以适应不同行业、不同场景的需要。
- (6) 数据管理能力，以产品为中心对设计信息和与之相关的信息进行综合管理，提高设计部门总体效率。
- (7) 数据交换功能，其提供通用的文件格式转换接口，以达到自动检索、快速存取、不同系统间传输与交换数据的目的。

1.1.2 相关软件介绍

随着计算机技术的迅速发展，针对不同的用户及不同产品的造型法则，各大公司相继推出了多种计算机图形软件，大大提高了计算机的普及程度和计算机辅助设计的水平。设计师常用的计算机辅助设计软件分类见表 1.1.1。

表 1.1.1 设计师常用的计算机辅助设计软件分类

主要应用领域	低端设计软件组合	中端设计软件组合	高端设计软件组合
二维绘图	Freehand、Coredraw	Illustrater、Photoshop	3D Paint
三维曲面建模	Rhino、3ds Max	SolidEdge、SolidWorks	Alias、Creo、CATIA
渲染	BMRT/Flamingo	PhotoWorks、Lightscape	PhotoRender、RenderMan
动画	3ds Max、Softimage、Maya		Alias
工程设计（三维造型）	AutoCAD/MDT	SolidEdge、SolidWorks	Creo、UG NX、CATIA、I-Deas

1. UG NX 软件

NX 软件诞生于 20 世纪 70 年代，已逐步发展成涵盖产品设计、工程和制造全范围开发过程的综合性设计套件，于 2007 年左右正式被 Siemens（西门子）公司收购并积极发展。NX 软件具有航空和汽车两大产业的应用背景，当前在工业设计、产品设计、NC（数控）加工、模具设计和开发解决方案等方面应用广泛。一个不可忽视的现实是，NX 在军工领域和其他高端工程领域具有强大的实力和优势，在高端领域与 CATIA 等设计软件并驾齐驱。现阶段大多数飞机发动机和汽车发动机都是采用 NX 设计的。

2. PTC 的 Creo 软件

Creo (PRO/E) 由美国 PTC 公司于 2010 年 10 月推出，是整合了 PTC 公司的三个软件 (Pro/Engineer 的参数化技术、CoCreate 的直接建模技术和 ProductView 的三维可视化技术) 的新型 CAD 设计软件包，是 PTC 公司闪电计划所推出的第一个产品。Creo 是一个可伸缩的套件，集成了多个可互操作的应用程序，功能覆盖整个产品开发领域。Creo 的产品设计应用程序使企业中的每个人都能使用最适合自己的工具，于是他们可以全面参与产品开发过程。除了 Creo Parametric 之外，Creo 还有多个独立的应用程序可在二维和三维 CAD 建模、分析及可视化方面提供新的功能。Creo 还提供了很强的互操作性，可确保在内部和外部团队之间轻松共享数据。

3. Dassault 的 CATIA 软件

CATIA 是由法国著名飞机制造公司 Dassault 开发并由 IBM 公司负责销售的 CAD/CAM/CAE/PDM 应用系统。CATIA 起源于航空工业，其最大的标志客户即美国波音公司，波音公司通过 CATIA 建立起了一整套无纸飞机生产系统，取得了重大的成功。

4. 其他知名 CAD 软件介绍

1) SolidWorks

SolidWorks 软件是世界上第一个基于 Windows 操作系统开发的三维 CAD 系统，该系统



功能强大、易学易用、技术创新，使得 SolidWorks 成为领先的、主流的三维 CAD 解决方案。SolidWorks 能够提供不同的设计方案、减少设计过程中的错误以及提高产品质量。

2) CAXA 实体设计

CAXA 实体设计使实体设计突破了传统参数化造型在复杂性方面受到的限制，不论是经验丰富的专业人员，还是刚接触该软件的初学者，CAXA 实体设计都能提供便利的操作。其采用鼠标拖放式全真三维操作环境，具有无可比拟的运行速度、灵活性和强大功能，使设计更快，并获得更高的交互性能。CAXA 实体设计支持网络环境下的协同设计，可以与 CAXA 协同管理或者其他主流 CPC/PLM 软件集成工作。利用 CAXA 实体设计，人人都能够更快地从事创新设计。



任务 1.2 UG NX 基本操作



学习任务		UG NX 基本操作			
姓名		学号		班级	
任务 目标	知识目标	<ul style="list-style-type: none"> • 熟悉 UG 的工作界面 • 掌握 UG 软件的打开、关闭, 文件的创建、打开、保存等操作 • 熟练掌握对象操作 • 掌握鼠标操作、视图样式操作、视图观察操作、图层操作 			
	能力目标	<ul style="list-style-type: none"> • 能正确启动、退出 UG 软件 • 能正确创建文件、打开文件、保存文件 • 能正确设置工作界面、设置图层 • 能正确进行对象操作、视图操作 			
	素质目标	<ul style="list-style-type: none"> • 培养团队协作能力 • 培养严肃认真的工作态度 			
任务描述		<p>打开“三通”文件模型, 完成模型的翻转、缩放、平移等操作, 完成正等测视图、正三轴测图、“带边着色”显示等模型显示操作, 完成视图新建布局、撤销等操作, 最后保存、关闭文件</p>			
学习笔记					

任务分析

要能更好地系统完成后续的 UG NX 的零件设计、装配设计及工程图设计等任务，就必须熟练 UG NX 的基本工作环境与基本操作。通过本次任务的实施，可以了解基本工作环境，并实现 NX 10.0 的基本工作环境操作、文件管理基本操作、系统基本参数设置、视图布局设置、工作图层设置、基本视图操作等应用。

知识链接

1.2.1 NX 10.0 的基本工作环境

本知识点主要是 NX 10.0 基本工作环境的实用基础知识，包括启动与关闭 NX 10.0、熟悉 NX 10.0 工作界面、切换应用模块和定制界面。

1. 启动与关闭

一般来说，有两种方法可启动并进入 NX 10.0 软件环境。

方法一：双击 Windows 桌面上的 NX 10.0 软件快捷图标。

说明：如果软件安装完毕后，桌面上没有 NX 10.0 软件快捷图标，则请参考方法二。

方法二：单击 Windows 操作系统的“开始”菜单→“Siemens NX 10.0”→“NX 10.0”，进入 UG NX 10.0 软件环境，如图 1.2.1 所示。

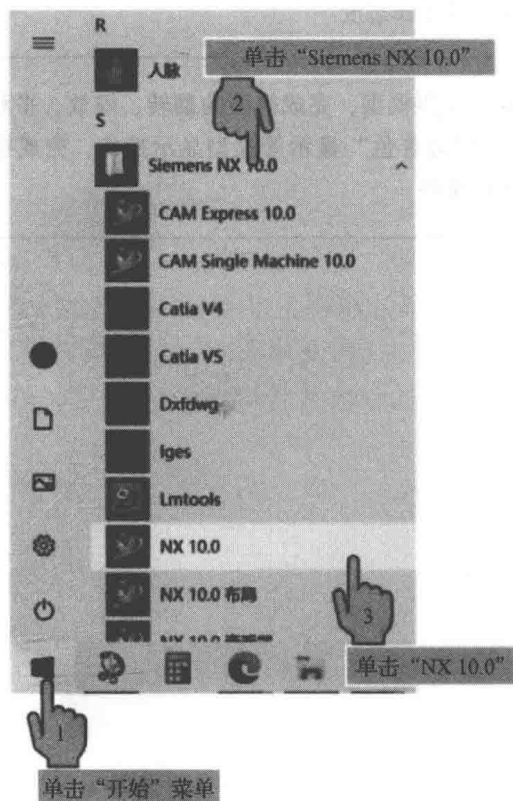


图 1.2.1 启动 NX 10.0