

51c4X 机械工程系列规划教材

新一代的UGNX三维建模立体教材

UG NX 10

产品设计基础

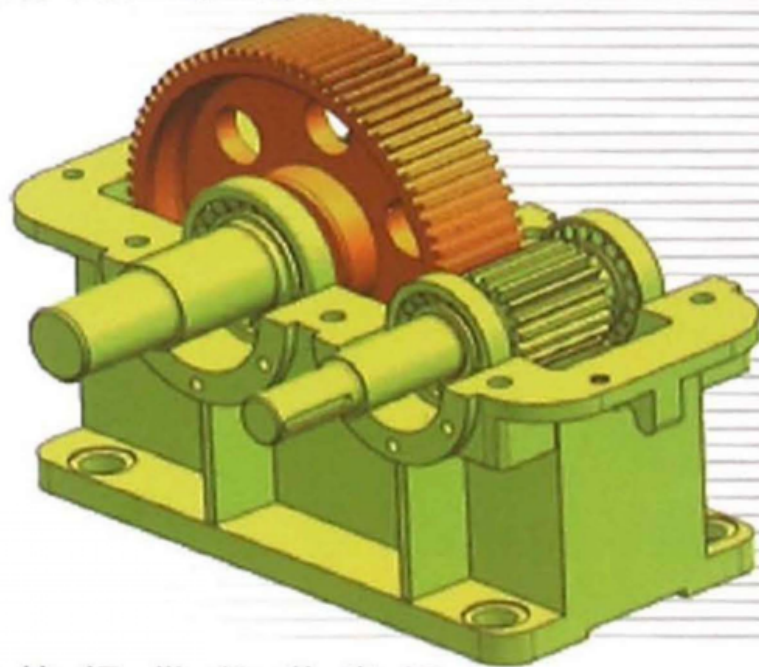
◎ 覆盖产品设计全流程：

三维造型、结构分析、运动分析

◎ 技术原理、操作技能、应用实例三位一体

◎ 配套海量立体教学资源库，资源完整、结构多样，
并可通过扫描本教材中的二维码获得

郭志忠 黄庆会 魏国军 编著
吴立军 刘世豪



浙大旭日科技提供教学资源



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

机械工程系列规划教材

U G N X 10 产 品 设 计 基 础

郭志忠 黄庆会 魏国军 吴立军 刘世豪 编著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

UG NX 10 产品设计基础 / 郭志忠等编著. —杭州:
浙江大学出版社, 2016.1
ISBN 978-7-308-15196-2

I. ①U… II. ①郭… III. ①工业产品—产品设计—
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 (2015) 第 234071 号

内容简介

本书是以 UG NX 10 为蓝本, 介绍基于 UG NX 10 进行产品设计的初、中级教程。全书分成三大部分, 共分 9 章, 分别介绍三维造型技术基础、三维建模软件常用功能及应用实例、CAE 分析入门及应用实例。本书针对常用功能原理、模型特征分析、操作技巧指点详细展开, 因此更能让读者切实、深入地掌握软件的使用方法。

全书附有大量的功能实例, 每个实例均有详细的操作步骤。本书所提供的配套资源包含书中实例的源文件、结果文件、综合实例等学习资源, 便于读者练习、揣摩建模思路与技巧, 读者可在 www.51cax.com 网站上凭本书封底所附序列号免费下载。任课教师可免费获取教学资源。

本书层次清晰、实例丰富、讲述具体, 可作为高等院校 CAD/CAM 相关专业的教材, 也可作为各类 CAD/CAM 培训机构的授课教材, 还可作为广大从事 CAD/CAM 工作的技术人员的自学教材和参考用书。

UG NX 10 产品设计基础

郭志忠 黄庆会 魏国军 吴立军 刘世豪 编著

责任编辑 杜希武
责任编辑 余梦洁
封面设计 刘依群
出版发行 浙江大学出版社
(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)
(网址: <http://www.zjupress.com>)
排 版 杭州好友排版工作室
印 刷 富阳市育才印刷有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 20.75
字 数 517 千
版 次 2016 年 1 月第 1 版 2016 年 1 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-308-15196-2
定 价 48.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换
浙江大学出版社发行部联系方式: (0571) 88925591; <http://zjxcbs.tmall.com>

《机械工程系列规划教材》

编审委员会

(以姓氏笔划为序)

丁友生	王卫兵	王志明	王敬艳
王翠芳	古立福	刘绪民	李绍鹏
杨大成	吴立军	吴治明	邱国旺
林华钊	罗晓晔	金 杰	金 涛
周文学	单 岩	赵学跃	贾 方
郭志忠	谢力志	鲍华斌	蔡玉俊



前言

CAD/CAE 技术是现代产品设计中广泛采用的现代设计方法和手段,其中 CAD 技术是现代设计与制造技术的核心,CAE 技术必须建立在 CAD 基础上。利用 CAE 技术,可以预测产品各种缺陷,从而优化产品设计,缩短制造周期。UG NX 软件是 Siemens PLM Software 公司的一套集 CAD/CAE/CAM 于一体的软件集成系统,是当今世界上最先进的计算机辅助设计、分析和制造的软件之一,广泛应用于航空、航天、汽车、通用机械和电子等工业领域。

本书作者从事 CAD/CAE/CAM 教学和研究多年,具有丰富的 UG NX 使用经验和教学经验。全书共分 9 章,主要由三大部分内容组成,即:三维建模基础知识;三维建模软件 UG NX 常用功能与应用实例;UG NX CAE 分析入门。书中穿插大量的技巧、提示及典型实例,以便读者能边学边练,细心体会,扎实掌握。

我们发现,无论是用于自学还是用于教学,现有教材所配套的教学资源库都远远无法满足用户的需求。主要表现在:1)一般仅在随书光盘中附以少量的视频演示、练习素材、PPT 文档等,内容少且资源结构不完整。2)难以灵活组合和修改,不能适应个性化的教学需求,灵活性和通用性较差。为此,本书特别配套开发了一种全新的教学资源:立体词典。所谓“立体”,是指资源结构的多样性和完整性,包括视频、电子教材、印刷教材、PPT、练习、试题库、教学辅助软件、自动组卷系统、教学计划等等。所谓“词典”,是指资源组织方式。即把一个个知识点、软件功能、实例等作为独立的教学单元,就像词典中的单词。并围绕教学单元制作、组织和管理教学资源,可灵活组合出各种个性化的教学套餐,从而适应各种不同的教学需求。实践证明,立体词典可大幅度提升教学效率和效果,是广大教师和学生的得力助手。

本书主要由郭志忠(海南大学,第 1、2、3、7 章)、黄庆会(惠州城市职业学院,第 5 章)、魏国军(惠州城市职业学院,第 8 章)、吴立军(浙江科技学院,第 6、9 章)、刘世豪(海南大学,第 4 章)等编写。本书适用于本科及职业院校三维造型技术基础、UG NX 软件应用等相关课程的教材,同时为从事工程技术人员和 CAD/CAE/CAM 研究人员提供参考资料。限于编写时间和编者的水平,书中必然会存在需要进一步改进和提高的地方。我们十分期望读者及专业人士提出宝贵意见与建议,以便今后不断加以完善。请通过以下方式与我们交流:

● 网站:<http://www.51cax.com>

- E-mail:book@51cax.com
- 致电:0571-28852522

本书由杭州浙大旭日科技开发有限公司为本书配套提供立体教学资源库、教学软件及相关协助,在此表示衷心的感谢。最后,感谢浙江大学出版社为本书的出版所提供的机遇和帮助。

作 者

2015 年 12 月



目 录

第 1 章 了解三维建模.....	1
1.1 设计的飞跃——从二维到三维	1
1.2 什么是三维建模	3
1.3 三维建模——CAx 的基石	4
1.3.1 产品设计阶段	4
1.3.2 模具设计阶段	4
1.3.3 模具制造阶段	5
1.3.4 产品制造阶段	5
1.4 无处不在的三维建模	7
1.5 三维建模的历史、现状和未来.....	8
1.5.1 三维建模技术的发展史	8
1.5.2 三维建模系统的未来	8
1.6 如何学好三维设计技术	9
1.7 思考与练习	10
第 2 章 三维建模基础知识	11
2.1 基本概念.....	11
2.1.1 什么是维.....	11
2.1.2 图形与图像.....	12
2.1.3 图形对象.....	13
2.1.4 视图变换与物体变换.....	13
2.1.5 人机交互.....	14
2.2 三维建模种类.....	14
2.2.1 特征建模.....	14
2.2.2 参数化建模.....	15

2.2.3 变量化建模	16
2.3 图形交换标准	16
2.3.1 二维图形交换标准(DXF)	16
2.3.2 初始图形信息交换规范(IGES)	17
2.3.3 产品模型数据交换标准(STEP)	17
2.3.4 3D 模型文件格式(STL)	17
2.3.5 其他图形格式转换	18
2.4 三维建模系统的组成	19
2.5 CAD/CAM/CAE 软件分类	19
2.6 常用 CAD/CAM/CAE 软件简介	20
2.6.1 CATIA	20
2.6.2 I-DEAS	20
2.6.3 Pro/ENGINEER	21
2.6.4 UG NX	21
2.6.5 SolidEdge	21
2.6.6 SolidWorks	21
2.6.7 Cimatron	21
2.6.8 Mastercam	21
2.7 如何选用合适的软件	21
2.8 本章小结	22
2.9 思考与练习	23
第3章 UG NX 软件概述	24
3.1 UG NX 软件简介	24
3.2 UG NX 软件的发展历史	24
3.3 UG NX 软件的技术特点	26
3.4 UG NX 软件的常用功能模块	27
3.5 UG NX 工作流程	28
3.6 基于 UG NX 的产品设计流程	28
3.7 本章小结	29
3.8 思考与练习	29



第 4 章 草图绘制	30
4.1 概 述	30
4.1.1 草图与特征	30
4.1.2 草图与层	30
4.1.3 草图功能简介	31
4.1.4 草图参数预设置	31
4.1.5 创建草图的一般步骤	33
4.2 草图常用命令介绍	33
4.2.1 创建草图	33
4.2.2 内部草图与外部草图	35
4.2.3 创建草图对象	35
4.2.4 约束草图	37
4.2.5 草图操作	45
4.2.6 草图管理	45
4.3 入门实例	47
4.3.1 创建文件	47
4.3.2 创建草图	47
4.3.3 初始化设置	47
4.3.4 绘制二维轮廓线	47
4.3.5 添加几何约束	48
4.3.6 添加尺寸约束	49
4.3.7 退出草图	49
4.3.8 生成拉伸体	49
4.3.9 编辑拉伸轮廓线	51
4.3.10 更新模型	51
4.4 端盖草图的绘制	51
4.4.1 创建文件	52
4.4.2 创建草图	52
4.4.3 绘制端盖的轮廓曲线	52
4.4.4 设置几何约束	52
4.4.5 显示约束	53



4.4.6	表达式	53
4.4.7	设置尺寸约束	54
4.5	垫片零件草图的绘制	57
4.5.1	进入草图环境	58
4.5.2	确定整个草图的定位中心	58
4.5.3	确定次定位中心	59
4.5.4	绘制相切线	60
4.5.5	整理草图	60
4.6	吊钩零件草图的绘制	61
4.7	机械零件 1 草图的绘制	62
4.8	机械零件 2 草图的绘制	64
4.9	机械零件 3 草图的绘制	67
4.10	本章小结	69
4.11	思考与练习	69
第 5 章	实体建模	71
5.1	实体建模概述	71
5.1.1	基本术语	71
5.1.2	UG NX 特征的分类	72
5.1.3	UG NX 实体特征工具	72
5.1.4	建模流程	73
5.2	实体建模常用命令介绍	74
5.2.1	布尔运算	74
5.2.2	扫掠特征	76
5.2.3	成型特征	81
5.2.4	特征操作	88
5.2.5	编辑特征	102
5.2.6	同步建模	106
5.3	连接件实体建模	109
5.4	接管零件实体建模	114
5.5	支架零件实体建模	118
5.6	思考与练习	122



第6章 曲面建模	124
6.1 曲面建模概述	124
6.1.1 曲面生成的基本原理	125
6.1.2 曲面建模基本概念	132
6.1.3 曲面建构方法	133
6.1.4 基本原则与技巧	134
6.2 曲面建模常用命令介绍	134
6.2.1 由点构建曲面	134
6.2.2 由线构建曲面	137
6.2.3 基于已有曲面构成新曲面	148
6.2.4 编辑曲面	155
6.2.5 曲面分析	158
6.3 小家电外壳建模实例	166
6.3.1 制作本体	166
6.3.2 凸台制作	173
6.3.3 本体与凸台之间的圆角连接	175
6.4 手机外壳底板曲面建模	175
6.5 本章小结	186
6.6 思考与练习	187
第7章 装 配	188
7.1 装配功能概述	188
7.1.1 装配模块调用	189
7.1.2 装配术语	189
7.1.3 装配中部件的不同状态	191
7.1.4 装配的一般思路	191
7.2 装配常用命令介绍	192
7.2.1 概述	192
7.2.2 装配导航器的设置	192
7.2.3 从底向上装配	194
7.2.4 引用集	207



7.2.5	组件的删除、隐藏与抑制	209
7.2.6	自顶向下装配	209
7.2.7	部件间建模	211
7.2.8	爆炸视图	213
7.3	脚轮装配实例	217
7.4	减速器装配	219
7.4.1	低速轴子装配	220
7.4.2	高速轴子装配	225
7.4.3	减速器总装配	226
7.5	管钳装配	228
7.5.1	新建子装配文件	228
7.5.2	添加组件 qianzuo 并定位	228
7.5.3	添加组件 yuanguan 并定位	228
7.5.4	添加组件 huakuai 并定位	229
7.5.5	添加组件 luogan 并定位	230
7.5.6	添加组件 xiao 并定位	230
7.5.7	添加组件 shoubing 1 并定位	231
7.5.8	添加组件 taoquan 并定位	232
7.5.9	替换手柄组件	232
7.6	齿轮泵装配	233
7.6.1	新建子装配文件	233
7.6.2	添加组件 jizuo 并定位	233
7.6.3	添加组件 qianguangai 并定位	233
7.6.4	添加组件 chilunzhou 1 并定位	233
7.6.5	添加组件 chilunzhou 2 并定位	234
7.6.6	添加组件 houduangai 并定位	234
7.6.7	添加组件 fangchenzhao 并定位	235
7.6.8	添加组件 yuantoupingjian 并定位	235
7.6.9	添加组件 chilun 并定位	236
7.7	化工储罐的建模与装配	237
7.7.1	储罐零件的建模	237
7.7.2	化工储罐的装配	238



7.8 本章小结	239
7.9 思考与练习	239
第8章 工程制图	241
8.1 工程制图概述	241
8.1.1 制图模块的调用方法	241
8.1.2 UG NX 出图的一般流程	242
8.2 工程制图常用命令介绍	243
8.2.1 工程图纸的创建与编辑	243
8.2.2 视图创建	245
8.2.3 视图编辑	258
8.2.4 尺寸标注	265
8.2.5 参数预设置	267
8.2.6 数据转换	271
8.3 法兰轴工程图实例	273
8.3.1 新建图纸	273
8.3.2 制图准备工作	274
8.3.3 创建基本视图	274
8.3.4 创建旋转剖视图	277
8.3.5 创建投影视图	277
8.3.6 创建剖视图	278
8.3.7 创建局部放大图	278
8.3.8 编辑剖视图背景	279
8.3.9 工程图标注	280
8.3.10 创建表格	286
8.4 虎钳工程图实例	286
8.4.1 进入制图模块	287
8.4.2 布置基本视图	287
8.4.3 插入零件明细表	287
8.4.4 创建全剖视图	288
8.4.5 创建局部剖俯视图	288
8.4.6 视图编辑	288

8.4.7 视图标注	188
8.5 思考与练习	291
第9章 基于UG的运动与结构分析	293
9.1 UG NX 的CAE 功能简介	293
9.1.1 有限元法的基本思想	294
9.1.2 有限元法的基本方法	295
9.1.3 UG NX CAE 分析的特点	298
9.2 UG NX 运动分析实例	300
9.2.1 运动仿真模型准备	300
9.2.2 进入仿真模块	300
9.2.3 设置连杆和运动副	301
9.2.4 定义解算方案并求解	305
9.2.5 求解结果分析	205
9.3 UG NX 有限元分析实例	309
9.3.1 有限元模型的建立	310
9.3.2 求解	315
9.3.3 后处理	315
配套教学资源与服务	317



第 1 章 了解三维建模

人们生活在三维世界中,采用二维图纸来表达几何形体显得不够形象、逼真。三维设计技术的发展和成熟应用改变了这种现状,使得产品设计实现了从二维到三维的飞跃,必将越来越多地替代二维图纸,最终成为工程领域的通用语言。因此三维设计技术也成为工程技术人员必须具备的基本技能之一。



本章学习目标

- 了解三维设计技术的基本概貌;
- 了解三维设计取代二维制图设计的必然性;
- 了解三维设计技术的发展历程、价值和种类;
- 了解三维设计技术及其与 CAD、CAE、CAM 等计算机辅助设计技术之间的关系;
- 掌握三维设计的方法。

1.1 设计的飞跃——从二维到三维

目前我们能够看到的几乎所有印刷资料,包括各种图书、图片、图纸,都是平面的,是二维的。而现实世界是一个三维的世界,任何物体都具有三个维度,要完整地表述现实世界中的物体,需要用 X、Y、Z 三个量来度量。所以这些二维资料只能反映三维世界的部分信息,必须通过抽象思维才能在人脑中形成三维映像。

工程界也是如此。多年来,二维的工程图纸一直作为工程界的通用语言,在设计、加工等所有相关人员之间传递产品的信息。由于单个平面图形不能完全反映产品的三维信息,人们就约定一些制图规则,如将三维产品向不同方向投影、剖切等,形成若干由二维视图组成的图纸,从而表达完整的产品信息,如图 1-1 所示。图中是用四个视图来表达产品的。

图纸上的所有视图,包括反映产品三维形状的轴测图(正等轴测图、斜二测视图或者其他视角形成的轴测图),都是以二维平面图的形式展现从某个视点、方向投影过去的物体的情况。根据这些视图以及既定的制图规则,借助人脑的抽象思维,就可以在人脑中重构物体的三维空间几何结构。因此,不掌握工程制图规则,就无法制图、读图,也就无法进行产品的设计、制造,从而无法与其他技术人员沟通。

毋庸置疑,二维工程图在人们进行技术交流等方面起到了重要的作用。但用二维工程图形来表达三维世界中的物体,需要把三维物体按制图规则绘制成二维图形(制图过程),其他技术人员再根据这些二维图形和制图规则,借助抽象思维在人脑中重构三维模型(读图过程),这一过程复杂且易出错。因此以二维图纸作为传递信息的媒介,实属不得已而为之。

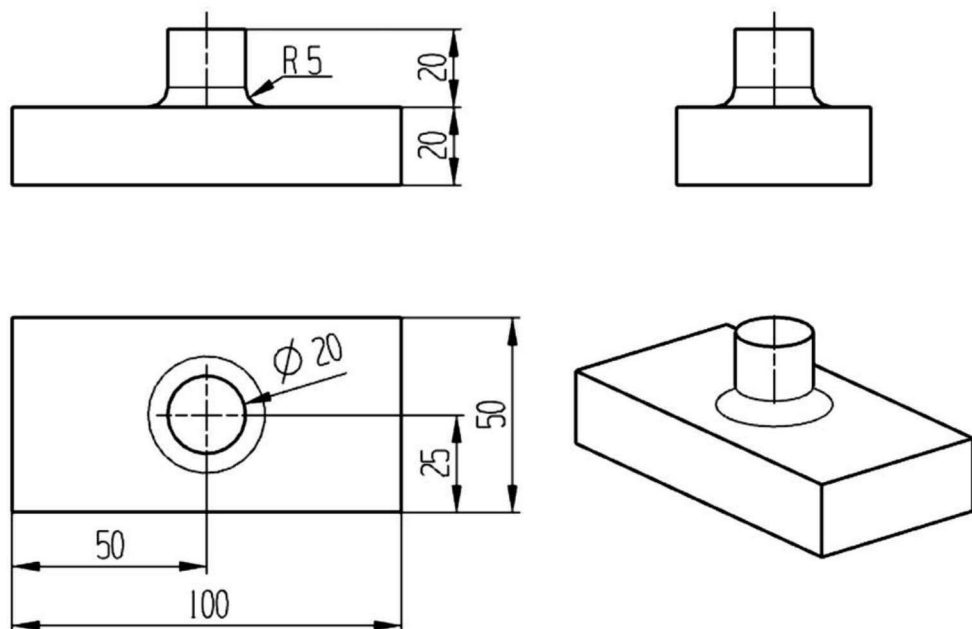


图 1-1

那么,有没有办法可以直接反映人脑中的三维的、具有真实感的物体,而不用经历三维投影到二维、二维再抽象到三维的过程呢?答案是肯定的,这就是三维设计技术,它可以直接建立产品的三维模型,如图 1-2 所示。

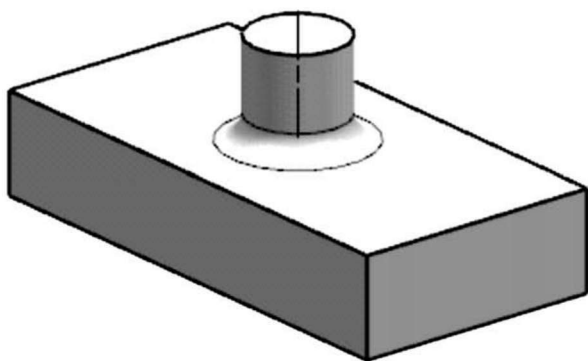


图 1-2

三维设计技术直接将人脑中设计的产品通过三维模型来表现,无须借助二维图纸、制图规范、人脑抽象就可获得产品的三维空间结构,因此直观、有效、无二义性。三维模型还可直接用于工程分析,尽早发现设计的不合理之处,大大提高设计效率和可靠性。

但是,过去由于受计算机软、硬件技术水平的限制,三维设计技术在很长一段时间内不能实用化,人们仍不得不借助二维图纸来设计制造产品。而今,微机性能大幅提高,微机的运算速度、内存和硬盘的容量、显卡技术等硬件条件足以支撑三维设计软件的硬件需求,而



三维设计软件也日益实用化,因此三维设计技术在人类生活的各个领域开始发挥着越来越重要的作用。

正是三维设计技术的实用化,推动了 CAD、CAM、CAE(计算机辅助设计、计算机辅助制造、计算辅助工程分析,统称 CAx)技术的蓬勃发展,使得数字化设计、分析、虚拟制造成为现实,极大地缩短了产品设计与制造周期。

毫无疑问,三维设计必将取代二维图纸,成为现代产品设计与制造的必备工具;三维设计技术必将成为工程人员必备的基本技能,替代机械制图课程,成为高校理工科类学生的必修课程。



提示:

由于基于二维图纸的产品设计、制造流程已沿用多年,数字化加工目前也还不能完全取代传统的加工方式,因此,二维图纸及计算机二维绘图技术现在还不可能完全退出企业的产品设计、制造环节。但是只要建立了产品的三维数字模型,生成产品的二维图纸是一件非常容易的事情(参见本书 UG NX 制图部分的内容)。

事实上,三维设计并非一个陌生的概念,接下来先让我们深入理解什么是三维设计。

1.2 什么是三维设计

什么是三维设计呢?

设想这样一个画面:父亲在炉火前拥着孩子,左一刀、右一刀地切削一块木块;在孩子出神的眼中,木块逐渐成为一把精致的木手枪或者弹弓。木手枪或弹弓形成的过程,就是直观的三维设计过程。三维设计在现实中非常常见,如孩子们堆沙丘城堡、搭积木的过程是三维设计的过程;雕刻、制作陶瓷艺术品等,也都是三维设计的过程。三维设计是如此的形象和直观:人脑中的物体形貌在真实空间再现出来的过程,就是三维设计的过程。

广义地讲,所有产品制造的过程,无论是手工制作还是机器加工,都是将人们头脑中设计的产品转化为真实产品的过程,都可称为产品的三维设计过程。

计算机在不到 100 年的发展时间里,几乎彻底改变了人类的生产、生活和生存方式,人脑中想象的物体,几乎都能够通过“电脑”来复现了。本书所说的“三维设计”,是指在计算机上建立完整的产品三维数字几何模型的过程,与广义的三维设计概念有所不同。

在计算机中通过三维设计建立的三维数字形体,称为三维数字模型,简称三维模型。在三维模型的基础上,人们可以进行后续的许多工作,如 CAD、CAM、CAE 等。

虽然三维模型显示在二维的平面显示器上,与真实世界中可以触摸的三维物体有所不同,但是这个模型具有完整的三维几何信息,还可以有材料、颜色、纹理等其他非几何信息。人们可以通过旋转模型来模拟现实世界中观察物体的不同视角,通过放大/缩小模型,来模拟现实中观察物体的距离远近,仿佛物体就位于自己眼前一样。除了不可触摸,三维数字模型与现实世界中的物体没有什么不同,只不过它们是虚拟的物体。



提示:

计算机中的三维数字模型,对应着人脑中想象的物体,构造这样的数字模型的过程,就

