



普通高等教育

“十一五”国家级规划教材

SIEMENS PLM SOFTWARE公司

GO PLM项目推荐教材



三维造型技术基础 (UG NX版)

单 岩 吴立军 蔡 娥 编著

-  三维造型基础知识
-  UG NX基本操作
-  曲线造型与编辑
-  草图绘制与管理
-  实体和曲面造型
-  工程制图与装配
-  三维造型思路
-  三维造型应用实例



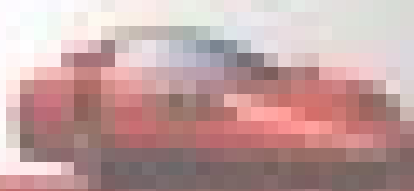
清华大学出版社



UG NX 10.0 三维造型与模具设计

UG NX 10.0 3D Modeling and Mold Design

三维造型 与模具设计



UG NX 10.0

(UG NX 版)

第 1 版 2019 年 10 月

- 三维造型与模具设计
- 三维造型与模具设计
- 三维造型与模具设计
- 三维造型与模具设计
- 三维造型与模具设计
- 三维造型与模具设计
- 三维造型与模具设计
- 三维造型与模具设计
- 三维造型与模具设计



清华大学出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

SIEMENS PLM SOFTWARE 公司 GO PLM 项目推荐教材

三维造型技术基础

(UG NX 版)

单 岩 吴立军 蔡 娥 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书详细介绍了三维造型技术的基础知识和相关技巧,全书共分11章,按三维造型技术构成划分为3个教学单元,即三维造型基础知识(第1~3章)、主流三维造型软件UG NX功能操作(第4~10章)、三维造型基本思路与应用实例(第11章)。

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,也是SIEMENS PLM SOFTWARE公司GO PLM项目推荐教材,专用于高等院校机械及相关专业三维造型课程教学,也可供机械行业技术人员自学三维造型技术使用。

本书理论联系实际,可操作性强。为便于教师教学,本书提供不同层次的教学计划、教学演示文档(*.PPT)、配套视频课件、练习与试题,这些内容可通过填写书后所附表格免费获得。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

三维造型技术基础(UG NX版)/单岩,吴立军,蔡娥 编著. —北京:清华大学出版社,2008.11
(普通高等教育“十一五”国家级规划教材)

ISBN 978-7-302-18577-2

I. 三… II. ①单…②吴…③蔡… III. 计算机辅助设计—应用软件, UG NX 5 IV. TP391.72

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第143064号

责任编辑:刘金喜

封面设计:久久度文化

版式设计:康 博

责任校对:胡雁翎

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦A座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京市世界知识印刷厂

装 订 者:三河市李旗庄少明装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:25.5 字 数:589千字

版 次:2008年11月第1版 印 次:2008年11月第1次印刷

印 数:1~5000

定 价:38.00元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:024046-01

Foreword

序 言

长久以来,二维工程图纸是工程界进行设计交流的主要工具,然而情况已经发生了变化:人们越来越多地使用三维造型而不是二维工程图来完成产品的设计。这不仅是因为三维造型在表达产品的设计结果方面比二维工程图更加准确、逼真和完整,更重要的是,许多计算机辅助技术(CAX),如数控编程、有限元分析等,都是在三维造型的基础上实现的。

因此,三维造型技术已经成为现代设计和制造工程师必须掌握的基本技能。

本书作者多年从事三维造型技术的教学、研发和工程应用工作,积累了丰富的教学和工程经验,对如何有效地讲授三维造型技术有着独到的、深刻的理解。本书将内容划分为三个方面,即基础知识、软件(UG NX)操作、应用思路及实例,充分体现了三维造型技术“知识+软件+经验”的结构特点。

UG NX 是工程技术领域最受欢迎的 CAD/CAM/CAE 软件之一,拥有强大的三维造型功能,这正是本书选取 UG NX 作为三维造型技术的软件平台的主要原因。作为 UG NX 软件的拥有者, Siemens PLM Software 公司非常认可作者在三维造型技术应用与培训方面的能力和经验,对本书的质量给予充分的肯定,相信它将成为您学习三维造型技术的得力工具。

由 Siemens PLM Software 公司推出的 GO PLM 计划,其宗旨是在高校教学中普及三维造型技术课程,从而推动三维造型技术的普及。作为该项目的负责人,我热诚地希望各位读者喜欢这本书,并从中受益。

最后,祝愿各位在工作中的表现更加出色。



Siemens GO PLM 项目负责人

2008-06-27

Foreword

2D engineering drawing has been widely used in designing in the engineering industry for a long time. However, things are changing now. 3D modeling are more frequently adopted than 2D engineering drawing in product design, not only because 3D modeling demonstrates product design result more exactly, vividly and completely, but also because many computer aided technologies (CAX) such as NC programming and finite element analysis (FEA) are all based on 3D modeling.

As a result, 3D modeling technology has become a basic skill for modern product designers and manufacturing engineers.

After years of teaching R&D and engineering application on 3D modeling, the authors has gained rich experience in teaching and engineering. He Wrote this book to share his unique and profound understanding of how to teach 3D modeling technology effectively. The book is divided into three parts, namely basic knowledge, software (UG NX) operation and application methods and examples, following the feature of 3D modeling, “knowledge + software + experience”.

As one of the most popular CAD/CAM/CAE software in engineering industry, UG NX boasts strong 3D modeling power, which is the most important reason that the author chooses it as the software platform of 3D modeling technology. Siemens PLM Software company, the owner of UG NX software, highly evaluating the author's ability and experience in 3D modeling technology application and training, credits the book as a high quality work and believes that it will be a useful tool to study 3D modeling technology.

GO PLM plan promoted by Siemens PLM Software aims to popularize 3D modeling technology course in university so as to increase popularity of the technology in the engineering industry. As the project leader, I sincerely hope readers can enjoy this book and benefit from it.

Best wishes to all readers!



Director, GO PLM & Global Community Relations

Siemens PLM Software

June 27, 2008

前 言

作为制造业工程师最常用的、必备的基本技术,工程制图曾被称为是“工程师的语言”,也是所有高校机械及相关专业的必修基础课程。然而,在现代制造业中,工程制图的地位正在被一个全新的设计手段所取代,那就是三维造型技术。

随着信息化技术在现代制造业的普及和发展,三维造型技术已经从一种稀缺的高级技术变成制造业工程师的必备技能,并替代传统的工程制图技术,成为工程师们的日常设计和交流工具。与此同时,各高等院校相关课程的教学重点也正逐步由工程制图向三维造型技术转变。

本书专为高等院校机械及相关专业三维造型课程教学而编写,集成了浙江大学多年来在三维造型应用技术方面的教学、培训及工程项目经验。全书共分 11 章,划分为 3 个教学单元,即三维造型基础知识(第 1~3 章)、主流三维造型软件 UG NX(本书以 5.0 版为蓝本)功能操作(第 4~10 章)、三维造型基本思路与应用实例(第 11 章)。这种由“基础知识、操作技能、应用思路、实战经验”构成的四位一体教学内容,充分体现了三维造型技术的有机组成。

针对三维造型技术课程的授课特点,我们还按照不同的教学学时、教学层次,制作了配套教学计划、教学演示文档(*.PPT)、视频课件、练习与试题集,任课教师可通过填写书后所附表格免费获得。

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,也是 SIEMENS PLM SOFTWARE 公司 GO PLM 项目推荐教材。本书可用于高等学校机械及相关专业课程的教学,也可供机械行业技术人员自学三维造型技术使用。本书实例源文件、附录练习图集可通过 <http://www.tupwk.com.cn/downpage> 或 <http://www.51cax.com> 下载。

本书由单岩(浙江大学)、吴立军(浙江科技学院)、蔡娥(浙江大学)编写。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。请通过网站 <http://www.51cax.com> 或致电 0571-87952303 与我们交流。

杭州浙大旭日科技开发有限公司的工程师们为本书提供了大量的技术资料和技术支持,在此表示衷心的感谢。本书配套的 PPT 演示文档由浙江大学过程控制专业的曹胤之同学协助整理,一并致谢。

最后,感谢清华大学出版社为本书的出版所提供的机遇和帮助。

编 者

2008 年 8 月

目

录

第 1 章 了解三维造型	1
1.1 设计的飞跃——从二维到三维	1
1.2 什么是三维造型	3
1.3 三维造型——CAx 技术的基础	4
1.4 无处不在的三维造型	8
1.5 三维造型的历史、现状和未来	8
1.5.1 三维造型技术的发展史	8
1.5.2 三维造型系统的未来	9
1.6 如何学好三维造型技术	10
1.7 本章小结	11
1.8 思考与练习	11
第 2 章 三维造型技术基础	12
2.1 三维造型相关概念简介	12
2.1.1 图形处理的基本概念	12
2.1.2 图形对象	15
2.1.3 视图变换与物体变换	16
2.1.4 人机交互	17
2.2 三维造型的种类	18
2.2.1 线框造型	19
2.2.2 曲面造型	20
2.2.3 实体造型	20
2.2.4 三种造型方法的比较	24
2.3 曲面造型原理	25
2.3.1 自由曲线与自由曲面的基本原理	25
2.3.2 理解曲面造型功能	33
2.4 图形交换标准	41
2.4.1 二维图形交换标准(DXF)	42
2.4.2 初始图形信息交换规范(IGES)	42

2.4.3 产品模型数据交换标准(STEP)	43
2.4.4 其他图形格式转换	44
2.5 三维造型系统的组成	45
2.6 本章小结	45
2.7 思考与练习	46
第 3 章 CAD/CAM/CAE 软件	47
3.1 CAD/CAM/CAE 软件分类	47
3.2 常用 CAD/CAM/CAE 软件简介	47
3.2.1 CATIA	48
3.2.2 UG NX	49
3.2.3 I-DEAS	50
3.2.4 Pro/ENGINEER	51
3.2.5 SolidEdge	51
3.2.6 SolidWorks	51
3.2.7 Delcam 系列	52
3.2.8 Cimatron	52
3.2.9 Mastercam	52
3.2.10 Inventor	52
3.3 选择合适的 CAD/CAM/CAE 软件	52
3.4 本章小结	53
3.5 思考与练习	53
第 4 章 UG NX 操作基础	54
4.1 UG NX 常用功能模块	54
4.2 UG NX 应用流程	55
4.2.1 UG NX 工作流程	55
4.2.2 基于 UG NX 的产品设计流程	56
4.3 UG NX 工作界面及其定制	56

4.3.1 UG NX 工作界面	56	5.2.7 样条	123
4.3.2 环境定制	59	5.2.8 曲线倒斜角	126
4.4 常用菜单	64	5.2.9 矩形	128
4.4.1 文件	64	5.2.10 多边形	128
4.4.2 编辑	64	5.2.11 椭圆	130
4.4.3 视图	71	5.2.12 一般二次曲线	130
4.4.4 插入	73	5.2.13 规则曲线	133
4.4.5 格式	73	5.3 曲线操作	135
4.4.6 工具	73	5.3.1 偏置曲线	135
4.4.7 装配	74	5.3.2 桥接曲线	137
4.4.8 信息	74	5.3.3 连接曲线	139
4.4.9 分析	74	5.3.4 投影	140
4.4.10 首选项	77	5.3.5 相交曲线	142
4.4.11 应用	78	5.3.6 组合投影	142
4.4.12 窗口	78	5.3.7 截面线	143
4.4.13 帮助	79	5.3.8 抽取曲线	144
4.5 常用工具条	79	5.3.9 在面上偏置曲线	145
4.6 UG NX 基本操作	80	5.4 编辑曲线	145
4.6.1 鼠标操作	80	5.4.1 编辑曲线参数	145
4.6.2 几何对象的选择	82	5.4.2 修剪曲线	146
4.6.3 图层与组	83	5.4.3 修剪角	147
4.6.4 矢量构造器	87	5.4.4 编辑圆角	147
4.6.5 平面	90	5.4.5 分割曲线	148
4.6.6 工作坐标的操作	92	5.4.6 编辑曲线长度	150
4.7 快速入门实例	97	5.5 曲线分析	151
4.8 本章小结	105	5.5.1 曲线、曲面间的连续关系	151
4.9 思考与练习	105	5.5.2 曲率梳分析	152
第5章 曲线造型	106	5.5.3 峰值分析	153
5.1 概述	106	5.5.4 拐点分析	153
5.2 生成曲线	107	5.6 本章小结	154
5.2.1 点	107	5.7 思考与练习	154
5.2.2 直线	108	第6章 草图	155
5.2.3 圆弧	111	6.1 概述	155
5.2.4 圆	113	6.1.1 草图与特征	155
5.2.5 基本曲线	115	6.1.2 草图与层	155
5.2.6 点集	121	6.1.3 草图参数预设置	156

6.1.4 建立草图的一般步骤	156
6.2 创建草图	157
6.3 草图工具条简介	158
6.4 创建草图对象	159
6.4.1 自由手绘草图曲线	159
6.4.2 添加现有的曲线到草图	160
6.5 约束草图	160
6.5.1 尺寸约束类型	161
6.5.2 几何约束	162
6.6 草图操作	165
6.6.1 镜像草图对象	165
6.6.2 偏置曲线	165
6.6.3 编辑草图曲线	166
6.6.4 编辑定义线	166
6.7 草图管理	166
6.7.1 草图视图显示	166
6.7.2 草图重附着	166
6.7.3 定位草图	166
6.7.4 更新模型	166
6.8 实例	167
6.9 本章小结	171
6.10 思考与练习	171
第 7 章 实体造型	173
7.1 概述	173
7.1.1 基本术语	173
7.1.2 UG NX 特征的分类	174
7.1.3 UG NX 实体特征工具	174
7.2 扫描特征	175
7.2.1 拉伸	176
7.2.2 回转	179
7.2.3 沿导引线扫描	181
7.2.4 管道	182
7.3 成型特征	183
7.3.1 孔	183
7.3.2 圆台	184
7.3.3 腔体	187

7.3.4 凸垫	193
7.3.5 键槽	193
7.3.6 割槽	196
7.3.7 曲线构面	198
7.3.8 边界平面	198
7.3.9 加厚	199
7.4 基准	200
7.4.1 基准平面	200
7.4.2 基准轴	200
7.5 基本体素特征	201
7.5.1 长方体	201
7.5.2 圆柱	203
7.5.3 圆锥	204
7.5.4 球	206
7.6 特征操作	207
7.6.1 拔模	207
7.6.2 边倒圆	210
7.6.3 面倒圆	212
7.6.4 软倒圆	215
7.6.5 倒斜角	216
7.6.6 抽壳	218
7.6.7 缝合	219
7.6.8 偏置面	221
7.7 几何体运算	221
7.7.1 修剪体	221
7.7.2 求和	222
7.7.3 求差	222
7.7.4 求交	223
7.8 关联复制特征	224
7.8.1 抽取	224
7.8.2 复合曲线	225
7.8.3 引用特征	225
7.8.4 镜像特征	227
7.8.5 镜像体	228
7.9 编辑特征	228
7.9.1 编辑特征参数	229
7.9.2 移动特征	230

7.9.3 抑制特征	231
7.9.4 取消抑制特征	232
7.9.5 特征回放	232
7.10 本章小结	233
7.11 思考与练习	233
第8章 曲面造型	234
8.1 概述	234
8.1.1 自由曲面构造方法	234
8.1.2 自由曲面工具条	235
8.1.3 基本概念	235
8.1.4 基本原则与技巧	237
8.2 由点构建曲面	237
8.3 由线构建曲面	238
8.3.1 直纹面	238
8.3.2 通过曲线组	241
8.3.3 通过曲线网格	243
8.3.4 扫掠	245
8.3.5 截面体	249
8.4 基于已有曲面构成新曲面	251
8.4.1 桥接曲面	251
8.4.2 延伸曲面	255
8.4.3 偏置曲面	258
8.4.4 修剪的片体	259
8.4.5 修剪和延伸	260
8.5 编辑曲面	261
8.5.1 概述	261
8.5.2 参数化编辑	262
8.5.3 扩大	262
8.5.4 等参数分割	263
8.6 曲面分析	265
8.6.1 剖面分析	265
8.6.2 高亮线分析	268
8.6.3 曲面连续性分析	270
8.6.4 半径分析	272
8.6.5 反射分析	274
8.6.6 斜率分析	275

8.6.7 拔模分析	276
8.6.8 距离分析	277
8.7 本章小结	277
8.8 思考与练习	278
第9章 工程制图	279
9.1 概述	279
9.1.1 UG NX 工程图特点	279
9.1.2 制图模块的用户界面	279
9.1.3 UG NX 出图的一般过程	280
9.2 工程图纸的创建与编辑	280
9.2.1 创建工程图纸	280
9.2.2 打开工程图纸	281
9.2.3 编辑工程图纸	282
9.2.4 删除工程图纸	282
9.3 视图的建立和编辑	282
9.3.1 视图的建立	282
9.3.2 基本视图	283
9.3.3 投影视图	285
9.3.4 局部放大图	286
9.3.5 全剖视图	286
9.3.6 半剖视图	288
9.3.7 旋转剖视图	289
9.3.8 局部剖视图	291
9.3.9 展开剖视图	292
9.3.10 加载图框	293
9.4 视图编辑	295
9.4.1 移动与复制视图	295
9.4.2 对齐视图	296
9.4.3 移除视图	297
9.4.4 自定义视图边界	297
9.4.5 编辑剖切线	299
9.4.6 组件剖视	300
9.4.7 视图相关编辑	300
9.4.8 更新视图	302
9.5 标注尺寸	303
9.5.1 尺寸标注的类型	303

9.5.2 标注尺寸的一般步骤	303	10.4 组件的删除、隐藏与抑制	336
9.6 参数设置	304	10.5 自顶向下装配	336
9.6.1 制图参数设置	304	10.6 部件间建模	337
9.6.2 视图显示参数设置	304	10.7 爆炸视图	340
9.6.3 标注参数预设置	305	10.7.1 概念	340
9.7 数据转换	309	10.7.2 爆炸视图的建立	340
9.7.1 概述	309	10.7.3 爆炸视图操作	342
9.7.2 UG NX 与 DXF/DWG		10.8 本章小结	345
格式转换	309	10.9 思考与练习	345
9.8 本章小结	311	第 11 章 UG NX 三维造型思路	347
9.9 思考与练习	311	11.1 三维造型的基本思路	347
第 10 章 装配功能	312	11.1.1 造型树法	347
10.1 装配功能简介	312	11.1.2 三维造型软件的使用	349
10.1.1 概述	312	11.1.3 实体造型	349
10.1.2 装配模块调用	313	11.1.4 曲面造型	350
10.1.3 装配术语	313	11.2 实体造型实例解析	352
10.1.4 装配中部件的不同状态	315	11.2.1 实体造型实例分析之一	352
10.1.5 装配的一般思路	316	11.2.2 实体造型实例分析之二	359
10.2 装配导航器	316	11.3 曲面造型实例解析	364
10.2.1 概述	316	11.3.1 分析阶段	365
10.2.2 装配导航器的设置	316	11.3.2 实现阶段	365
10.3 自底向上装配	318	11.3.3 软件的具体实现过程	369
10.3.1 概念与步骤	318	11.4 本章小结	383
10.3.2 配对条件	320	11.5 思考与练习	384
10.3.3 组件重定位	324	附 录 练习图集	385
10.3.4 引用集	333		

第1章 了解三维造型

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。三维造型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,且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。因此三维造型技术也成为工程技术人员所必须具备的基本技能之一。

本章学习目标

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

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,借助人体的抽象思维,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(即制图过程),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(即读图过程),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。

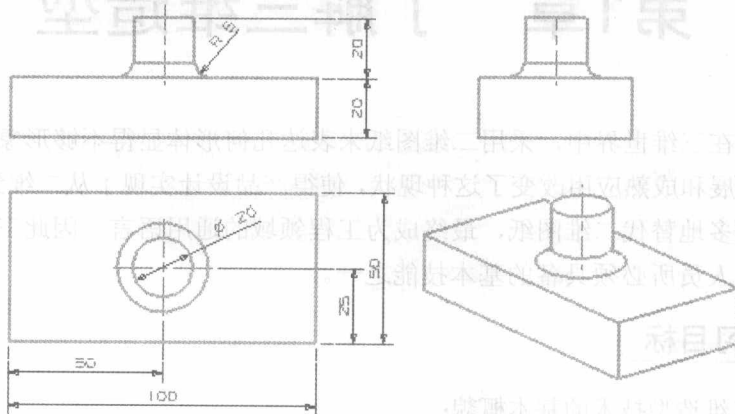


图 1-1

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,这就是三维造型技术,它可以直接建立产品的三维模型,如图1-2所示。

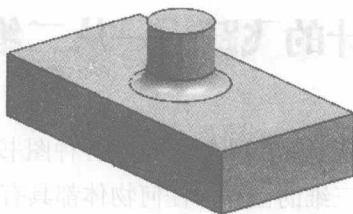


图 1-2

三维造型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,三维造型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CPU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造型软件的硬件需求,而三维造型软件也日益实用化,因此三维造型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。

正是三维造型技术的实用化,推动了CAD、CAM、CAE(计算机辅助设计、计算机辅助制造、计算辅助工程分析技术,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制造周期。

毫无疑问,三维造型必将取代二维图纸,成为现代产品设计与制造的必备工具;三维造型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,三维造型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造型。

1.2 什么是三维造型

什么是三维造型呢?

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,就是直观的三维造型过程。三维造型在现实中非常常见,如孩子们堆沙丘城堡、搭积木的过程是三维造型的过程,雕刻、制作陶瓷艺术品等,也都是三维造型的过程。三维造型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,就是三维造型的过程。

广义地讲,所有产品制造的过程,无论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造型过程。

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,人脑里想象的物体,几乎都能够通过“电脑”来复现了。本书所说的“三维造型”,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,与广义的三维造型概念有所不同。

计算机中通过三维造型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,就是计算机三维造型,简称三维造型。在计算机上利用三维造型技术建立的三维数字形体,称为三维数字模型,简称三维模型。

三维造型必须借助软件来完成,这些软件常被称为三维造型系统。三维造型系统提供在计算机上完成三维模型的环境和工具,而三维模型是 CAx 系统的基础和核心,因此 CAx 软件必须包含三维造型系统,三维造型系统也由此被广泛应用于几乎所有的工业设计与制造领域。

本书以世界著名的 CAx 软件——UG NX 为例,介绍三维造型技术的基本原理、造型的基本思路和方法,其他 CAx 软件系统虽然功能、操作方式等不完全相同,但基本原理类似,学会使用一种造型软件后,向其他软件迁移将非常容易。

三维造型系统的主要功能是提供三维造型的环境和工具,帮助人们实现物体的三维数字模型,即用计算机来表示、控制、分析和输出三维形体,实现形体表示上的几何完整性,使所设计的对象生成真实感图形和动态图形,并能够进行物性(面积、体积、惯性矩、强度、刚度、振动等)计算、颜色和纹理仿真以及切削与装配过程的模拟等。具体功能包括:

- 形体输入:在计算机上构造三维形体的过程。
- 形体控制:如对形体进行平移、缩放、旋转等变换。
- 信息查询:如查询形体的几何参数、物理参数等。
- 形体分析:如容差分析、物质特性分析、干涉量的检测等。
- 形体修改:对形体的局部或整体修改。
- 显示输出:如消除形体的隐藏线、隐藏面,显示、改变形体明暗度、颜色等。
- 数据管理:三维图形数据的存储和管理。

1.3 三维造型——CAx 技术的基础

CAx 技术包括 CAD(Computer Aided Design, 计算机辅助设计)、CAM(Computer Aided Manufacturing, 计算机辅助制造)、CAPP(Computer Aided Process Planning, 计算机辅助工艺规划)、CAE(Computer Aided Engineering, 计算机辅助工程分析)等计算机辅助技术;其中, CAD 技术是实现 CAM、CAPP、CAE 等技术的先决条件,而 CAD 技术的核心和基础是三维造型技术。

以模制产品的开发流程为例,来考察 CAx 技术的应用背景以及三维造型技术在其中的地位。通常,模制产品的开发分为四个阶段,如图 1-3 所示。

1. 产品设计阶段

首先建立产品的三维模型。建模的过程实际就是产品设计的过程,这个过程属于 CAD 领域。设计与分析是一个交互过程,设计好的产品需要进行工程分析(CAE),如强度分析、刚度分析、机构运动分析、热力学分析等,分析结果再反馈到设计阶段(CAD),根据需要修改结构,修改后继续进行分析,直到满足设计要求为止。

2. 模具设计阶段

根据产品模型,设计相应的模具,如凸模、凹模以及其他附属结构,建立模具的三维

模型。这个过程也属于 CAD 领域。设计完成的模具,同样需要经过 CAE 分析,分析结果用于检验、指导和修正设计阶段的工作。例如对于塑料制品,注射成型分析可预测产品成型的各种缺陷(如熔接痕、缩痕、变形等),从而优化产品设计和模具设计,避免因设计问题造成的模具返修甚至报废。模具的设计分析过程类似于产品的设计分析过程,直到满足模具设计要求后,才能最后确定模具的三维模型。

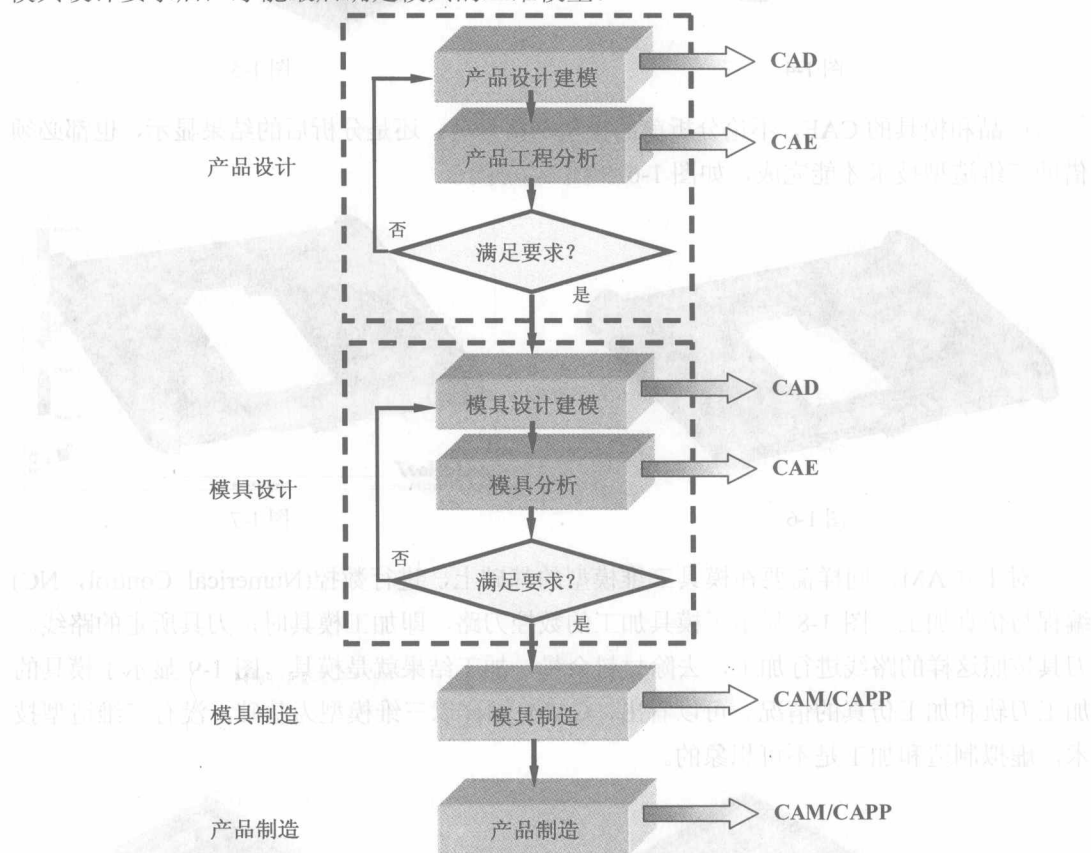


图 1-3

3. 模具制造阶段

由于模具是用来制造产品的模版,其质量直接决定了最终产品的质量,所以通常采用数控加工方式,这个过程属于 CAM 领域。制造过程不可避免地与工艺有关,需要借助 CAPP 领域的技术。

4. 产品制造阶段

此阶段根据设计好的模具批量生产产品,可能会用到 CAM/CAPP 领域的技术。

可以看出,模制品设计制造过程中,贯穿了 CAD、CAM、CAE、CAPP 等 CAx 技术;而这些技术都必须以三维造型为基础。

例如要设计生产如图 1-4 和图 1-5 所示的产品,必须首先建立其三维模型。没有三维造型技术的支持, CAD 技术无从谈起。