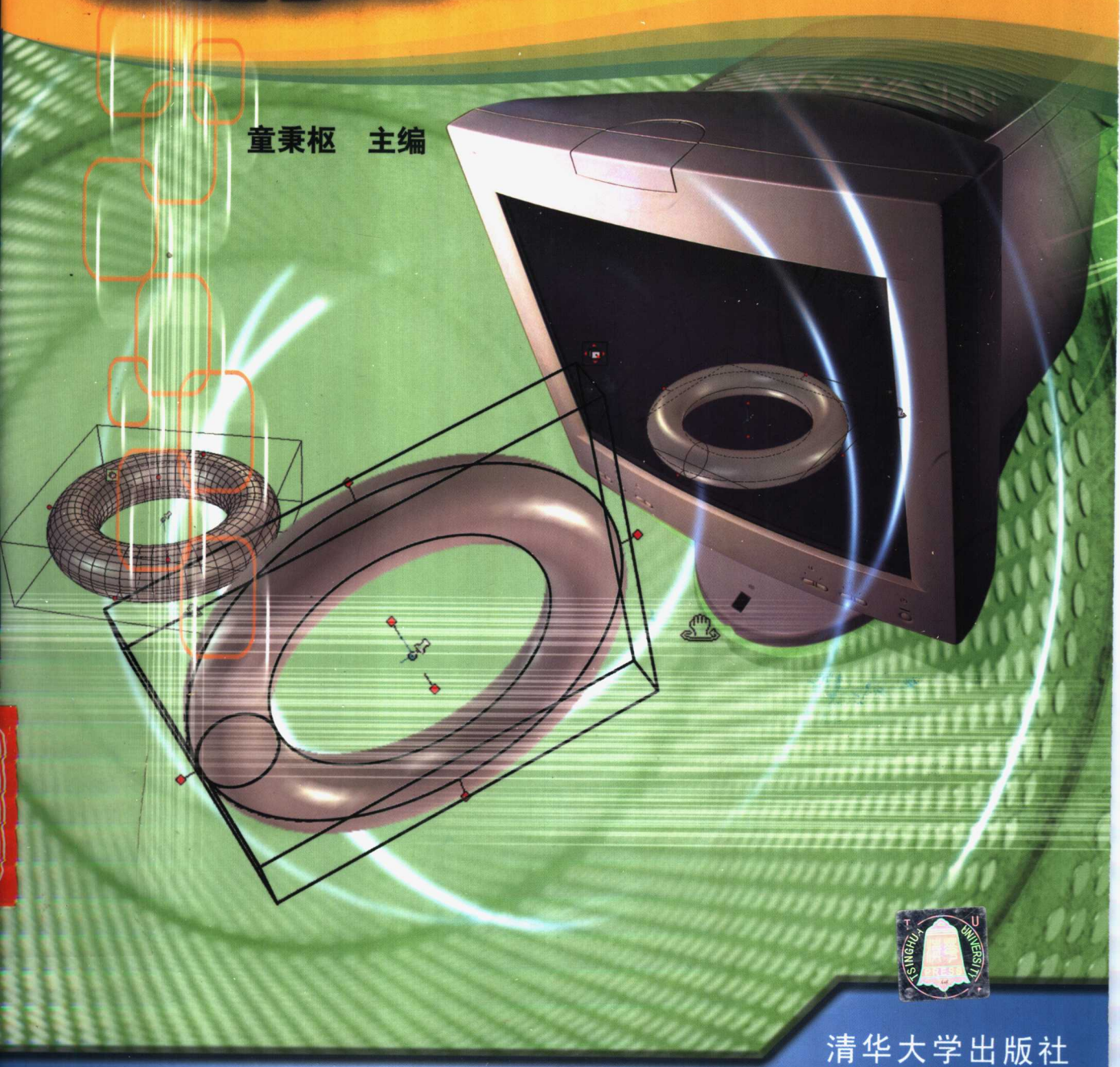




全国现代制造技术应用
软件课程远程培训教材

三维实体设计培训教程

童秉枢 主编



清华大学出版社

全国现代制造技术应用软件课程远程培训教材

三维实体设计培训教程

童秉枢 主编

童秉枢 杨伟群 于建国 董兴辉 编著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书是“国家高技能人才培养工程——全国现代制造技术应用软件课程远程培训”系列培训教材之一,专门介绍三维实体设计的方法与操作。全书分基础篇与应用篇两部分。在基础篇中介绍了三维零件与装配体设计的环境与设计方法,还介绍了曲面设计、渲染与动画制作等内容。在应用篇中选用了机械设计、工业造型、建筑和装潢设计中的若干实例,向读者展示如何一步一步地进行操作并最终获得这些设计结果的过程。本书采用具有我国自主知识产权和国际先进水平的北航海尔软件有限公司的“CAXA 实体设计”软件为背景进行写作,希望结合培训,能培养一大批具有三维实体设计技能的产品设计人才。

本书可作为中、高等职业技术学院,大专院校工程训练中心以及企业技术培训中心的培训教材,也可作为应用 CAD 软件从事产品设计的相关从业人员的参考书。随书附赠的光盘中含有“CAXA 实体设计”XP R2 学习版及书中应用篇中的实例模型,以供读者学习与参考。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

三维实体设计培训教程/童秉枢主编. —北京:清华大学出版社, 2004.5

(全国现代制造技术应用软件课程远程培训教材)

ISBN 7-302-08378-9

I. 三… II. 童… III. 三维—计算机辅助设计—应用软件, CAXA—远距离教育—教材 IV. TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 026106 号

出 版 者: 清华大学出版社

地 址: 北京清华大学学研大厦

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

邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175

客户服务: 010-62776969

责任编辑: 郑寅隽

封面设计: 项尧

印 刷 者: 清华园胶印厂

装 订 者: 北京鑫海金澳胶印有限公司

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印张: 25.5 字数: 635 千字

版 次: 2004 年 5 月第 1 版 2004 年 5 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-08378-9/TP·6030

印 数: 1~5000

定 价: 43.00 元(附光盘 1 张)

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、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) 62770175-3103 或 (010) 62795704

全国现代制造技术远程培训工作委员会

主任委员 陈李翔 雷 毅

委 员 张永麟 陈言秋 孙 冰 王 鹏
谢小星 鲁君尚 尚玉山

专家组专家 陈贤杰 杨海成 雷 毅 吴生富
韩永生 孙林夫 廖文和

本书作者 童秉枢 杨伟群 于建国 董兴辉

序

我国是制造业大国。在新一轮国际产业结构变革中,我国正逐步成为全球制造业的重要基地之一。“以信息化带动工业化,发挥后发优势,推动社会生产力的跨越式发展”是国家发展战略;应用高新技术,特别是信息技术改造传统产业、促进产业结构优化升级,将成为今后一段时间制造业发展的主题之一。

我国 CAD/CAM 等现代制造技术的研发与应用起步晚、基础差。“九五”期间科技部会同国家经贸委等部门实施“CAD 应用工程”和“863 计划 CIMS 应用示范工程”,成功地实现了“甩图板”,并在部分企业进行了 CAD/CIMS 应用试点与示范,现代制造技术的开发和应用有了良好的起步和发展。“十五”期间国家投入 8 亿元实施制造业信息化工程,我国制造业发展开始进入了一个更好更快的新阶段。

“CAD 应用工程”的一条基本经验就是“培训先行”;“制造信息化工程”四大目标之一就是要培养一批应用人才,推进和打造一支掌握现代制造技术的人才队伍;同时在我国加入 WTO 的新形势下,面对激烈的国际竞争,培养和造就大批掌握现代制造技术的应用人才,更为重要、紧迫。

在劳动和社会保障部、科技部、教育部等有关方面大力支持下,由劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心与北航海尔软件有限公司(CAXA)在“CAXA 大学”培训体系基础上共同组织、由北京斐克科技有限公司承办实施的“CETTIC 全国现代制造技术应用软件课程远程培训”项目,就是在新形势下针对我国制造业实际应用需求,使用自主知识产权的国产 CAD/CAM 软件,配合制造业信息化工程,通过政府指导、产学研结合、市场化运作等各方面努力,加速现代制造技术的技能培训。

本着上述宗旨,这次编写的这套数控工艺培训教材将包括:数控铣(加工中心)编程培训教程;三维实体设计培训教程;数控车编程培训教程;注塑模具设计培训教程;线切割编程培训教程。这套教材是针对制造业第一线的技术工人适应信息技术技能要求而进行培训所用,势必对今后制造业信息化发展打下扎实而广泛的基础。但由于时间急促,难免有遗漏之处,我们会努力在今后实践中不断充实提高。

我们相信,在社会各界的关心、支持和参与下,“CETTIC 全国现代制造技术应用软件课程远程培训”教材的问世及其相应培训工作的开展,一定能够为我国制造业信息化工程和制造业的大发展做出积极的贡献!

梁训瑄

2002 年 8 月 8 日

前言

计算机辅助设计 (CAD) 技术对缩短产品开发周期、提高产品质量、降低成本、增强企业创新能力与市场竞争能力有着十分重要的作用, 当前已成为企业信息化的重要基础技术。随着 CAD 应用的逐步深入, 人们发现, 直接由三维入手进行产品设计有许多好处。首先, 它更符合人们进行创新设计的思维方式, 因为任何产品在设计构思时, 人们头脑中的形象都是三维的, 只不过过去没有一种方法能迅速实现人们头脑中三维形体的构建, 现在, 三维 CAD 系统已经提供了这种可能性, 满足了从三维入手进行产品设计的需求, 应该说, 这种做法更符合设计活动的客观规律。其次, 产品的三维设计还带来了另外的好处, 那就是设计所得到的三维数字化模型为后续的有限元分析、数控编程、模拟与仿真等设计活动提供了信息源, 从而使 CAD/CAE/CAM 的信息集成, 乃至企业信息化中更大范围的信息集成成为可能。

实现产品三维设计需要两个必要的条件: 一是要有一个功能良好、操作方便的三维 CAD 系统; 另一个是要有一大批具有设计专业知识、掌握 CAD 软件应用的技术人才。为此, 本书以国产优秀三维 CAD 软件“CAXA 实体设计”为背景, 编写了这本培训教程, 希望在培养三维 CAD 设计的应用人才、促进产品三维设计的工作中贡献一份力量。

作为三维 CAD 设计的培训教程, 除了介绍必要的关于实体建模的基础理论与方法外, 更重要的是要使学习者真正掌握三维 CAD 软件的应用。因此, 选择一个好的三维 CAD 软件是至关重要的。作为国内著名的 CAD/CAM 软件供应商, 北航海尔软件有限公司通过国际合作开发出的具有国际领先水平的“CAXA 实体设计”三维 CAD 软件, 以其所具有的创新设计的理念、支持创新设计的独特手段、功能齐全的软件结构、简单易学的操作方法、种类丰富的图形数据交换格式、广阔适用的应用领域等特点, 使它完全能够担此重任。

本书是“国家高技能人才培养工程——全国现代制造技术应用软件课程远程培训”的指定教材之一。读者对象为全国各类中、高等职业技术学院, 高等工科院校的工程训练中心以及企业技术培训中心 of 的师生。同时, 也可作为应用 CAD 软件从事产品设计的相关从业人员的参考书。

全书有基础篇和应用篇两部分。基础篇共分 11 章, 第 1 章介绍三维实体设计的基础知识, 第 2 章介绍 CAXA 实体设计软件的设计环境, 第 3、4 两章是智能图素的应用和自定义方法, 第 5、7 两章详细叙述了零件与装配体的设计, 第 6 章为曲面设计, 第 8 章叙述如何由三维模型转换成二维布局图, 第 9 章为渲染, 第 10 章为动画制作, 第 11 章介绍了输入与输出中的图形数据交换格式。应用篇共分 3 章, 分别介绍了 CAXA 实体设计软件在机械产品设计、工业造型设计以及建筑装潢设计中的应用并给出了许多实例, 具有很强的实用性。本书附赠 CAXA 三维实体设计 XP R2 试用版软件, 光盘中还给出了应用篇中实例的三维实体模型, 以供读者学习与参考。

本书由清华大学童秉枢教授任主编。第 1、2、11 章与附录由童秉枢教授编写, 第 3、4、8 章由华北电力大学董兴辉教授编写, 第 5、6、7 章由北京科技大学于建国讲师编写,

第 9、10、12、13、14 章由北京航空航天大学杨伟群副教授编写。全书由童秉枢教授负责汇总与整理。在本书编写过程中得到了北航海尔软件有限公司陈言秋博士、“全国现代制造技术培训办公室”孙冰和尚玉山先生以及清华大学出版社的大力支持和帮助，在此一并表示感谢。

由于作者水平所限，加之对 CAXA 实体设计软件的理解还不够精深，书中难免有错误和不当之处，恳请读者批评指正。

编 者
2004 年 2 月

目 录

基 础 篇

第 1 章 三维实体设计基础	1
1.1 设计概述	1
1.1.1 设计的概念	1
1.1.2 创新设计	1
1.2 三维几何造型技术	2
1.2.1 几何造型概述	2
1.2.2 三维几何造型系统的三种模型	3
1.2.3 三维实体的表示方法	8
1.3 特征建模技术	11
1.3.1 特征建模概述	11
1.3.2 特征的定义	12
1.3.3 形状特征的分类	12
1.3.4 特征的创建	14
1.4 参数化设计概念	15
1.5 产品的三维实体设计	18
1.5.1 零件的三维实体建模方法	18
1.5.2 基于三维实体的产品设计过程	19
1.6 典型三维实体设计软件简介	20
1.7 CAXA 实体设计概述	22
1.7.1 CAXA 实体设计的功能	22
1.7.2 CAXA 实体设计的特色	23
1.7.3 CAXA 实体设计对创新设计的支持	24
1.7.4 一个简单例子	25
第 2 章 CAXA 实体设计的环境	26
2.1 CAXA 实体设计的启动	26
2.2 用户界面	28
2.3 菜单	29
2.3.1 菜单及下拉菜单	29
2.3.2 菜单的定制	31
2.3.3 快捷菜单	32

2.4	工具条	33
2.4.1	工具条的分类介绍	33
2.4.2	工具条的定制	38
2.5	设计元素库	39
2.5.1	设计元素库的分类	39
2.5.2	设计元素的管理与编辑	40
2.6	视向设置	41
2.6.1	视向的概念	41
2.6.2	视向的设置	42
2.7	显示控制	45
2.8	向导	46
2.9	设计环境的设置	48
2.10	属性表	48
2.11	入门实例	49
第3章	智能图素	56
3.1	智能图素的种类	56
3.2	智能图素的属性	57
3.2.1	包围盒	57
3.2.2	定位锚	59
3.2.3	抽壳	60
3.2.4	倾斜	61
3.2.5	曲面重构	63
3.3	智能图素应用举例	64
3.3.1	在设计环境中生成单图素零件	65
3.3.2	新建图素缺省尺寸的设定	65
3.3.3	智能尺寸设置	65
3.3.4	智能图素的选定	66
3.3.5	零件、图素和表面的编辑状态	66
3.3.6	图素的两种编辑状态	67
3.3.7	使用包围盒操作柄	67
3.3.8	使用图素操作柄	68
3.3.9	图素的删除	71
3.3.10	图素的重新定位	71
3.3.11	将面组合到一个新的智能图素中	71
3.3.12	将图素组合到一个新智能图素中	72
3.4	镜像生成图素	72
3.5	三维文字	74
3.5.1	利用文字向导添加三维文字图素	74

3.5.2	从设计元素库中拖放三维文字	75
3.5.3	编辑和删除三维文字图素	76
3.5.4	利用包围盒编辑文字图素	76
3.5.5	文字编辑状态和文字图素属性	76
3.5.6	文字图素的格式工具条	77
3.5.7	圆滑三维文字图素	77
第 4 章	自定义智能图素	78
4.1	设计环境	78
4.2	二维绘图工具	81
4.2.1	直线	82
4.2.2	折线	83
4.2.3	矩形	84
4.2.4	圆	84
4.2.5	圆弧	85
4.2.6	B 样条	85
4.2.7	过渡	86
4.3	二维辅助绘图工具	86
4.4	二维约束工具	86
4.4.1	垂直约束	87
4.4.2	相切约束	87
4.4.3	平行约束	87
4.4.4	水平约束	88
4.4.5	竖直约束	88
4.4.6	同心约束	88
4.4.7	尺寸约束	88
4.4.8	等长度约束	89
4.4.9	角度约束	89
4.4.10	共线约束	89
4.5	二维编辑工具	90
4.5.1	移动曲线	91
4.5.2	缩放曲线	91
4.5.3	旋转曲线	92
4.5.4	镜像	92
4.5.5	等距	92
4.5.6	投影 3D 边	93
4.5.7	打断	94
4.5.8	延长曲线到曲线	94
4.5.9	裁剪曲线	95

4.5.10	显示曲线尺寸	95
4.5.11	显示端点位置	95
4.5.12	可视化编辑及重定位	95
4.5.13	精确编辑及重定位	96
4.5.14	二维截面的剪切、复制与粘贴	97
4.5.15	删除二维截面中的直线和曲线	98
4.5.16	通过“轮廓”属性表修改二维截面	98
4.6	自定义智能图素生成与编辑	99
4.6.1	拉伸	99
4.6.2	旋转	101
4.6.3	扫描	102
4.6.4	放样	103
第 5 章	零件设计	107
5.1	零件设计的概念	107
5.1.1	零件及零件设计	107
5.1.2	新零件的生成	107
5.1.3	零件的编辑状态	107
5.1.4	零件属性	109
5.2	图素的定位方法	110
5.2.1	智能捕捉反馈定位	110
5.2.2	智能尺寸定位	111
5.2.3	三维球工具	114
5.2.4	附着点定位	124
5.2.5	利用背景栅格定位	125
5.3	利用智能图素的组合进行零件设计	125
5.3.1	零件设计中的设计树	125
5.3.2	图素组合的编辑	128
5.4	基于图素布尔运算的零件设计	138
5.5	零件的参数化设计	141
5.6	零件设计的其他技巧	149
5.7	保存零件和设计环境	152
第 6 章	曲面设计	155
6.1	3D 曲线	155
6.1.1	三维曲线	155
6.1.2	其他 3D 曲线	157
6.2	曲面	161
6.2.1	曲面生成	162

6.2.2 曲面编辑	170
第7章 装配设计	173
7.1 零件的导入	173
7.2 装配中的约束与定位	173
7.2.1 无约束装配工具的定位应用	173
7.2.2 约束装配工具的定位应用	178
7.3 装配零件	182
7.4 装配设计中的其他功能	184
第8章 二维布局图的生成	187
8.1 入门介绍	187
8.2 生成二维布局图的工具集	189
8.3 二维布局图生成的基本步骤	193
8.4 二维视图的生成	194
8.4.1 视图生成	194
8.4.2 视图定位	202
8.4.3 视图属性	203
8.5 工程图标注	204
8.5.1 尺寸标注工具	204
8.5.2 注解工具	209
8.6 视图更新	216
8.6.1 激活设计环境	217
8.6.2 更新布局图	217
8.6.3 失去关联的标注	217
8.6.4 二维修改与三维更新	217
8.6.5 保存二维布局图	218
8.6.6 输出图纸	218
8.7 生成明细表	218
8.8 定义二维布局图模板	222
8.9 布局图的交流与共享	224
第9章 实体与场景的渲染设计	225
9.1 如何应用渲染功能	225
9.1.1 拖放渲染设计元素	225
9.1.2 利用智能渲染向导	225
9.1.3 渲染属性的转移	226
9.2 智能渲染属性的应用	227
9.2.1 智能渲染属性表	227

9.2.2	颜色	227
9.2.3	材质	229
9.2.4	表面光泽	232
9.2.5	透明度	233
9.2.6	凸痕	234
9.2.7	反射	236
9.2.8	贴图	238
9.2.9	散射	240
9.2.10	图像的投影方法	240
9.3	设计环境的渲染功能与属性	243
9.3.1	设计环境的智能渲染属性	243
9.3.2	渲染属性的修改	245
9.3.3	高级渲染设置	246
9.3.4	零件和装配件的渲染属性	247
9.3.5	修改设计环境的背景	248
9.3.6	设计环境雾化效果的设置	249
9.3.7	设计环境的曝光设置	250
9.3.8	最佳渲染效果的选择	251
9.4	场景的灯光应用技巧	251
9.4.1	设计环境的光源	251
9.4.2	投射阴影	255
9.4.3	高级聚光源设置	257
9.5	图像处理与输出打印	258
第 10 章	三维动画制作	260
10.1	智能动画的生成与播放	260
10.1.1	智能动画设计元素库	260
10.1.2	智能动画的创建与播放	260
10.2	智能动画的编辑	262
10.2.1	智能动画编辑器	262
10.2.2	修改智能动画属性	265
10.2.3	动画轨迹的创建	268
10.2.4	动画轨迹的修改	270
10.2.5	根据轨迹修改动画的方位和旋转	274
10.2.6	动画轨迹属性	275
10.2.7	动画的关键帧属性	277
10.2.8	分层动画	279
10.3	光源和视向动画	281
10.3.1	光源动画	281

10.3.2 视向动画	283
10.4 动画的保存与输出	285
10.4.1 输出动画的格式	285
10.4.2 输出 Windows 视频文件	285
10.4.3 输出其他动画文件类型	287
第 11 章 数据的交换与集成	288
11.1 对象的链接与嵌入	288
11.1.1 将 CAXA 实体设计的图形嵌入 Office 文档中	288
11.1.2 将其他应用程序对象嵌入 CAXA 实体设计的图形文档中	289
11.2 图形数据交换的原理	289
11.3 CAXA 实体设计图形文件的输出	290
11.3.1 输出文件的格式	290
11.3.2 输出零件（装配件）文件的步骤	292
11.3.3 输出图纸文件的步骤	295
11.4 CAXA 实体设计图形文件的输入	296
11.4.1 输入文件的格式	296
11.4.2 输入零件（装配件）文件的步骤	297
11.4.3 输入图纸文件的步骤	298
11.5 CAXA 实体设计的开放性	298

应 用 篇

第 12 章 机械设计应用实例	299
12.1 夹钳体（含钣金）的设计实例	299
12.1.1 图素的应用和编辑	299
12.1.2 二维截面编辑与特征生成	303
*12.1.3 在夹钳实体上生成钣金件	308
12.2 球轴支架的装配	316
12.2.1 应用约束装配和三维球装配功能	316
12.2.2 装配孔的生成	318
12.2.3 使用三维球生成圆形阵列孔	319
12.3 三元子泵工程图的自动生成与编辑	320
12.3.1 装配图纸的生成与编辑	321
12.3.2 零件图的生成与编辑	326
12.3.3 3D /2D 的自动关联	327
12.4 棘轮机构的动画	328
12.4.1 棘轮机构的装配动画	329
12.4.2 棘轮“啮合”动画的制作	332

12.4.3 棘轮机构爆炸（或装配）动画的自动生成	336
第 13 章 工业设计造型设计实例	339
13.1 生成课桌造型	340
13.1.1 应用图素进行结构造型	340
13.1.2 钢丝网格抽屉的设计	342
13.1.3 网格的安装	346
13.2 椅子坐垫和靠背的曲面设计	347
13.2.1 构建导动曲面	347
13.2.2 曲面变成实体	350
13.3 对桌椅应用高级渲染	351
13.3.1 材质/纹理的应用	351
13.3.2 设计环境的渲染属性	353
第 14 章 建筑及装潢设计应用实例	355
14.1 建筑模型设计	355
14.1.1 结构模型的设计	355
14.1.2 墙体的构建	356
14.1.3 墙壁和地面的材质和纹理	359
14.1.4 楼梯的构建	361
14.1.5 阳台的建立	362
14.2 视图的自动生成	364
14.2.1 应用标准视图工具	364
14.2.2 视图的编辑与标注	368
14.3 用于室内设计的 3D 建模	369
14.3.1 家具和陈设	369
14.3.2 灯光的应用	373
14.3.3 利用照相机展示场景	374
14.4 3D 模型的视向动画	375
14.4.1 为制作视向动画准备设计环境	375
14.4.2 生成视向动画	376
14.4.3 调整视向的视点来缩放视图	379
附录 系统设置	381
参考文献	391
光盘内容及使用说明	392

基 础 篇

第 1 章 三维实体设计基础

随着市场的全球化和市场竞争的日趋激烈，企业必须更多更快地开发出创新产品，才能赢得市场机会和更多的利润空间。从三维入手进行产品设计是达到上述目的的主要手段。本章将对与三维实体设计相关的基础问题进行简要介绍。

1.1 设计概述

1.1.1 设计的概念

设计是人类社会最基本的一种生产实践活动。设计的定义如下：

设计是一种将预定的需求变成所希望的功能和性能指标，然后应用科学与技术知识转换成有良好经济性的设计结果的过程。

拿机械设计来说，机械设计就是根据使用要求来确定产品应具备的功能，构想出产品的工作原理、运动方式、力和能量的传递方式、结构形状以及所使用的材料等事项，并转化为具体的数字化模型、图纸和设计文件等，为后续制造提供依据。设计的结果通过制造转化为产品。

设计是工程建设或产品开发的第一道工序，它将对产品的技术水平和经济性能起到决定性的作用。据统计，大约 80%的产品成本是由设计阶段决定的。

设计过程一般分为产品规划、方案设计、技术设计和施工设计四个阶段。产品规划阶段的任务是对所设计的产品进行需求调研、市场预测、可行性分析，制定出设计要求和技术参数等。方案设计也称概念设计，主要确定产品的工作原理，将产品的机械系统、液压系统、电控系统等用简图形式表达。技术设计阶段根据方案设计的结果进行产品的总体布置，然后再进行产品的造型设计、装配结构设计，进行各种必要的性能计算与仿真试验。施工设计也称详细设计，完成部件装配图和零件图的详细设计，形成三维数字化模型，生成全部生产图纸，编制设计说明书和使用说明书等技术文件。

1.1.2 创新设计

设计的本质是革新和创造。强调创新设计在当前对提升我国企业竞争力，提高我国综合国力有着特殊的意义。创新设计可分为三种类型：开发设计、变异设计和反求设计。开发设计是指全新的设计，最具原创性和新颖性。变异设计是指在原有产品基础上，针对原

有产品的缺点和市场新的要求,从工作原理、机构、结构、参数、尺寸等方面进行变异,开发出基本型产品之外的变型系列产品。反求设计是指针对已有的(例如引进)先进产品或设计,进行分析研究、探索其关键技术,在消化、吸收的基础上,开发出同类型的创新产品。

1.2 三维几何造型技术

1.2.1 几何造型概述

1. 什么是几何造型

几何造型是指一种技术,它可将物体的形状及其属性(如颜色、纹理等)存储在计算机内,形成该物体的三维几何模型。这个模型是对原物体的确切的数学描述或是对原物体某种状态的真实模拟。这个模型将为各种不同的后续应用提供信息,例如由模型产生有限元网格,由模型编制数控加工刀具轨迹,由模型进行物体间碰撞、干涉检查等。很显然,用计算机对模型进行分析或模拟比直接对实物进行处理要容易得多,因此 CAD 系统无不将几何造型作为系统的核心。通常把能够定义、描述、生成几何模型,并能交互地进行编辑的系统称为几何造型系统。市场上有许多这样的系统,Pro/E、UG、Solidworks、CAXA 实体设计等就是这样的系统。

2. 三维几何造型的发展概况

自 20 世纪 60 年代末开始研究的用线框和多边形构造三维形体的模型被称为线框模型。进入 70 年代,在不同领域 CAD 应用的推动下,几何造型向曲面造型和实体造型发展。

曲面造型主要研究曲线和曲面表示、曲面求交及显示等问题。采用 Coons 曲面、Bezier 曲面、B 样条曲面以及非均匀有理 B 样条曲面(NURBS)等表示形式,这样的模型被称为表面模型。目前已开发出许多实用的曲面造型系统,广泛地应用于汽车、飞机、船舶等设计中。

实体造型主要研究如何通过简单体素的拼合构造复杂形体,这样的模型被称为实体模型。1973 年在英国剑桥大学由 I.C.Braid 等建成了 BUILD 系统;1972 到 1976 年美国罗彻斯特大学在 H.B.Voelcker 主持下建成了 PADL-1 系统;1968 到 1972 年日本北海道大学的冲野教郎等建成了 TIPS-1 系统。这三个系统对后来的造型技术发展都有过重大的影响。进入 90 年代,世界各地有了数以百计的商品化实体造型系统,技术日益完善,功能越来越强。目前在我国市场上既有引进的国外系统,也有自己的系统。

随着造型系统应用面的扩大,迫切要求将线框模型、曲面模型和实体模型三种不同形式的造型系统统一起来,融合成一体。目前这样的系统已经有了很大的发展,例如美国的 Parasolid、ACIS 几何核心系统,以及一些著名的 CAD 系统(如美国的 Pro/E、UG,我国的 CAXA 实体设计等)都实现了这样的统一。