



CAD/CAM/CAE工程应用丛书 UG系列

在线答疑读者QQ群: 327209040

# UG NX 10

中文版

## 曲面设计

# 从入门到精通

麓山文化 编著



### 【本书特点】

#### ■ 图解式的操作精讲 掌握曲面设计的精髓

本书从工业产品设计角度出发,将曲面设计基础知识与工业产品造型设计相结合,通过3个大型综合实例+14个产品设计实例+150多个曲面操作实例+1500分钟的高清视频教学,详细介绍了UG NX 10中文版产品曲面设计的流程、方法与技巧。

#### ■ 高清视频教程 提高学习兴趣和效率

本书提供配套光盘,光盘中提供了所有实例配套的文件,全部实例操作均为高清视频文件,结合本书内容,通过实例操作与视频辅助,可以让读者轻松掌握UG NX 10的使用方法。

 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



含全书所有实例素材文件及  
长达25小时高清语音视频教程



UG NX 10 中文版 曲面设计

# 从入门到精通

麓山文化 编著



机械工业出版社

本书从工业产品设计的角度出发,将曲面设计基础知识与工业产品造型设计相结合,通过3个大型综合实例+14个产品设计实例+150多个曲面操作实例+1200分钟的高清视频教学,详细介绍了UG NX 10中文版产品曲面设计的流程、方法与技巧。

全书共12章,前8章介绍UG NX 10曲面设计的基础知识,使UG初学者能够迅速掌握曲面设计的基本方法,主要内容包括:UG NX 10曲面设计基础、构造和编辑曲线、由曲线创建曲面、由曲面创建曲面、自由曲面、曲面编辑、曲面分析和逆向工程造型;第9章重点介绍UG NX 10新增的曲面造型功能——创意塑型;最后3章结合三个经典工业产品曲面造型设计实例,综合实战演练前面所学知识,并积累实际工作经验。

全书语言通俗易懂、层次清晰;内容安排上系统全面,将基础知识讲解与实际应用相结合,边讲边练,逐步精通。书中所有案例全部来自工程实践,具有很强的实用性、指导性和良好的可操作性,利于读者举一反三,快速上手与应用。

本书配套光盘包括全书所有实例素材文件和长达1200分钟的高清语音视频教学,可以在家享受老师课堂般的生动讲解,有助于提高学习效率和兴趣。

本书既是广大初、中级用户快速掌握UG曲面设计的实用指导书,也可作为大中专院校计算机辅助设计课程的指导教材。

## 图书在版编目(CIP)数据

UG NX10 中文版曲面设计从入门到精通/麓山文化编著.—4版.—北京:机械工业出版社,2015.3

ISBN 978-7-111-49642-7

I. ①U… II. ①麓… III. ①曲面—机械设计—计算机辅助设计—应用软件  
IV. ①TH122

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第049935号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:曲彩云 责任印制:刘 岚

北京中兴印刷有限公司印刷

2015年4月第4版第1次印刷

184mm×260mm·28印张·688千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-49642-7

ISBN 978-7-89405-730-3(光盘)

定价:69.00元(含1DVD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88361066

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-68326294

机工官博:weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网:www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网:www.cmpedu.com

# 前言



Unigraphics (简称 UGS) 软件由美国麦道飞机公司开发, 于 1991 年 11 月并入世界上最大的软件公司——EDS(电子资讯系统有限公司), 该公司通过实施虚拟产品开发(VPD)的理念提供多极化的、集成的、企业级的软件产品与服务的完整解决方案。2007 年 5 月 4 日, 西门子公司旗下全球领先的产品生命周期管理(PLM)软件和服务提供商收购了 UGS 公司。UGS 公司从此更名为“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。

UG 从第 19 版开始改名为 UG NX 1, 此后又相继发布了 NX 2、NX 3、NX 4、NX 5、NX 6、NX 7、NX 8、NX 9, 当前最新版本为 UG NX 10。这些版本均为多语言版本, 在安装时可以选择所使用的语言(UG NX 10 全面支持中文)。并且 UG NX 的每个新版本均是前一版本的更新, 在功能上有所增强。而各个版本在操作上没有大的改变, 因而本书可以适用于 UG NX 各个版本的学习。

## 1、内容介绍

本书共分 12 章, 依次介绍 UG NX 10 曲面设计基础、构造和编辑曲线、由曲线创建曲面、由曲面创建曲面、自由曲面、曲面编辑、曲面分析、逆向工程造型、创意塑型以及综合应用实例等。具体内容如下。

第 1 章: UG NX 10 曲面设计基础: 从工业设计和计算机辅助设计的角度, 介绍 UG NX 10 曲面设计的基础知识, 并从数学的角度介绍了曲线和曲面的结构特征和连续性, 此外还介绍曲面设计的主要思路和构建曲面的方法和技巧。

第 2 章: 构造和编辑曲线: 介绍在 UG NX 10 建模环境中构造和编辑曲线的方法, 以及创建常用空间曲线的方法和技巧, 为复杂曲面和自由曲面的创建打好坚实基础。并结合电锤手柄、弯头管道和手机上壳曲面 3 个实例, 讲解构造和编辑曲线具体操作和技巧。

第 3 章: 由曲线创建曲面: 重点介绍曲线创建曲面的几种主要建模方法, 包括曲线生成曲面、直纹面、通过曲线组、通过曲线网格、扫掠曲面和剖切曲面。并通过具体实例——照相机外壳和轿车车身曲面的制作, 讲解由曲线创建曲面具体操作和技巧。

第 4 章: 由曲面创建曲面: 重点介绍曲面操作功能, 包括桥接曲面、N 边曲面、过渡曲面、延伸曲面、规律延伸、修剪曲面、轮廓线弯边、抽取曲面、偏置曲面、大致偏置曲面。并结合 MP3 耳机外壳和手柄套管外壳实例, 详细介绍曲面创建曲面的操作技巧。

第 5 章: 自由曲面: 介绍自由曲面设计的基本知识, 包括表面上的曲线、四点曲面、整体突变、艺术曲面、曲面变形、样式圆角、样式拐角、样式扫掠。并通过具体实例——钓竿支架和鼠标外壳的制作, 详细介绍自由曲面的具体操作和技巧。

第 6 章: 曲面编辑: 本章主要介绍曲面的编辑功能, 包括修剪的片体、修剪和延伸、X 成形、扩大曲面、片体边界、更改阶次、更改刚度、更改边等功能。并结合空气过滤罩和轿车方向盘实例, 讲解曲面编辑的具体操作和技巧。

第 7 章: 曲面分析: 介绍了曲面建模过程中常用的分析方法, 包括曲线分析、距离测



量、角度测量、检测几何体、偏差测量、截面分析、高亮线分析、曲面连续性分析、曲面半径分析、曲面反射分析、曲面斜率分析等。并结合触摸手机上壳和旋盖手机上壳实例，详细讲解曲面分析的具体操作和技巧。

第 8 章：逆向工程造型：介绍由点、点云构建曲面的方法，概述逆向工程造型的一般方法，并通过具体实例——电吹风逆向造型的制作，详细介绍逆向造型的基本方法。

第 9 章：创意塑型：创意塑型是 UG NX 10 新增加的造型功能，主要用来创建一些外观不规则、或是很难通过常规曲面建模来产生的模型。本命令的添加丰富了 UG 建模的种类，也有助于提高设计人员所能设计的外形的能力。本章介绍由框架线、框架面构建自由曲面的方法，并通过具体实例——机油壶的制作，详细介绍创意塑型的基本操作。

第 10 章：QQ 玩具造型。本章通过一个 QQ 玩具造型的设计，着重训练网格曲面，以及投影曲线、曲面上的曲线、组合投影等工具的操作，并总结了该实例创建的难点和要点。

第 11 章：汽车机油壶造型。本章以汽车机油壶造型设计为例，讲解艺术样条、网格曲面、扫掠、偏置曲面、修剪的片体、缝合等工具的运用，通过该实例可以更加熟练曲线绘制和曲面编辑工具的运用。

第 12 章：剃须刀曲面造型。本章以剃须刀曲面造型为例，讲解如何灵活运用特征建模工具和自由曲面建模工具，简化建模步骤的技巧。

## 2、主要特色

- ❑ **图解式的操作精讲，看图便会操作** 本书针对每个实例的每个操作，均用流程图表达其具体的操作技巧。对各个步骤每个小步操作（比如下拉列表框选项选择，按钮的单击，文本的输入等）均标注顺序号。这样使得本书中的每个实例，作者甚至不用看步骤的文字说明，依次按照图解即可创建出本书的每个实例，可以提高学习效率，在短时间内掌握本书的全部内容。
- ❑ **高清视频教程，提高学习兴趣和效率** 本书提供配套光盘，光盘中提供了所有实例配套的模型文件、全部实例操作均为高清视频文件。结合本书内容，通过实例操作与视频辅助，可以让读者轻松掌握 UG NX 10 的使用方法。

## 3、创作团队

本书由麓山文化编著，具体参加编写的有：陈志民、江凡、张洁、马梅桂、戴京京、骆天、胡丹、陈运炳、申玉秀、李红萍、李红艺、李红术、陈云香、陈文香、陈军云、彭斌全、林小群、刘清平、钟睦、刘里锋、朱海涛、廖博、喻文明、易盛、陈晶、张绍华、黄柯、何凯、黄华、陈文轶、杨少波、杨芳、刘有良、刘珊、赵祖欣、齐慧明、梅文、彭蔓、毛琼健、江涛、袁圣超等。

由于编者水平有限，书中错误、疏漏之处在所难免。在感谢您选择本书的同时，也希望您能够把对本书的意见和建议告诉我们。

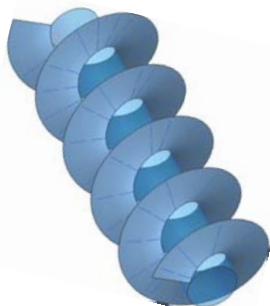
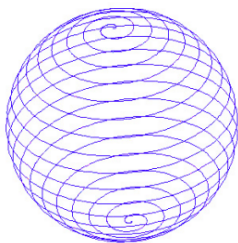
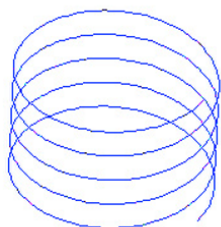
编者邮箱:lushanbook@qq.com

读者 QQ 群：327209040

# 目 录



前言



## 第 1 章 UG NX 10 曲面设计基础..... 1

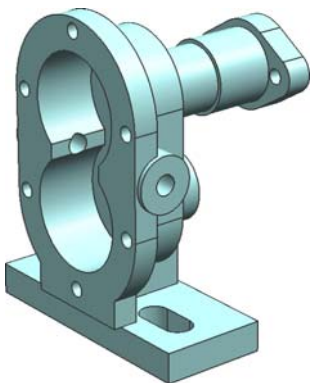
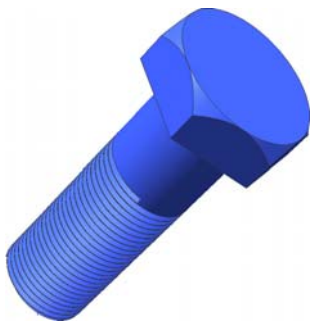
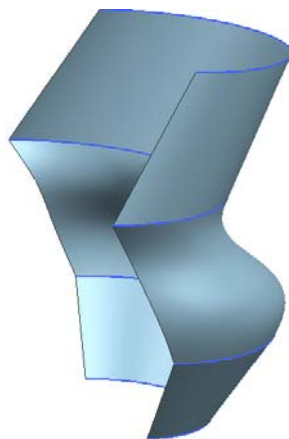
1.1 UG NX 10 曲面设计概述 .....	2
1.1.1 曲面造型的发展概况 .....	2
1.1.2 UG NX 10 曲面常用术语 .....	3
1.1.3 曲面的分类 .....	5
1.2 UG NX 10 新增曲面功能 .....	7
1.2.1 UG NX 10 常规新增功能 .....	7
1.2.2 UG NX 10 曲面新增功能 .....	9
1.3 曲面的数学模型 .....	10
1.3.1 曲线-曲面的结构特征 .....	10
1.3.2 线的数学模型 .....	14
1.3.3 曲面的数学模型 .....	15
1.4 曲线-曲面的连续性 .....	16
1.4.1 曲线的连续性 .....	16
1.4.2 曲面的连续性 .....	17
1.5 曲面造型设计思路 .....	18
1.5.1 曲面造型的学习方法 .....	19
1.5.2 曲面设计的基本步骤 .....	19
1.5.3 曲面造型设计的基本技巧 .....	20
1.6 UG NX 10 曲面设计方法和特点 .....	21
1.6.1 UG NX 10 自由曲面功能介绍 .....	21
1.6.2 UG NX 10 曲面造型方法 .....	25
1.6.3 UG NX 10 曲面造型的特点 .....	27

## 第 2 章 构造和编辑曲线..... 29

2.1 绘制基本曲线 .....	30
2.1.1 点和点集 .....	30
2.1.2 直线 .....	33

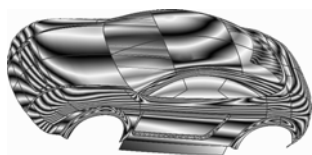
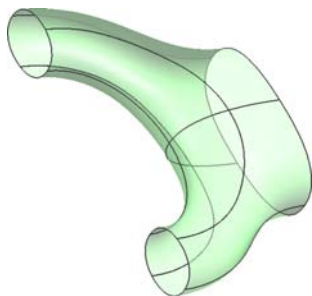


- 2.1.3 圆弧 .....36
- 2.1.4 圆 .....38
- 2.1.5 矩形 .....41
- 2.1.6 多边形 .....41
- 2.1.7 二次曲线 .....43
- 2.1.8 样条曲线 .....47
- 2.1.9 螺旋曲线 .....50
- 2.1.10 文本曲线 .....53
- 2.2 高级曲线操作 .....55
  - 2.2.1 截面曲线 .....55
  - 2.2.2 镜像曲线 .....56
  - 2.2.3 相交曲线 .....56
  - 2.2.4 桥接曲线 .....57
  - 2.2.5 连结曲线 .....59
  - 2.2.6 偏置曲线 .....59
  - 2.2.7 面中的偏置曲线 .....62
  - 2.2.8 投影曲线 .....62
  - 2.2.9 组合投影曲线 .....63
  - 2.2.10 缠绕/展开曲线 .....63
- 2.3 编辑曲线 .....64
  - 2.3.1 编辑曲线参数 .....64
  - 2.3.2 修剪曲线 .....67
  - 2.3.3 修剪拐角 .....68
  - 2.3.4 分割曲线 .....69
  - 2.3.5 编辑曲线长度 .....71
  - 2.3.6 拉长曲线 .....72
- 2.4 案例实战——创建电锤手柄曲面 .....72
  - 2.4.1 设计流程图 .....73
  - 2.4.2 具体设计步骤 .....73
- 2.5 案例实战——创建弯头管道曲面 .....82
  - 2.5.1 设计流程图 .....82
  - 2.5.2 具体设计步骤 .....83
- 2.6 案例实战——创建手机上壳曲面 .....86
  - 2.6.1 设计流程图 .....87
  - 2.6.2 具体设计步骤 .....87



**第3章 由曲线创建曲面 ..... 93**

- 3.1 曲线生成平面 .....94
  - 3.1.1 曲线成片体 .....94



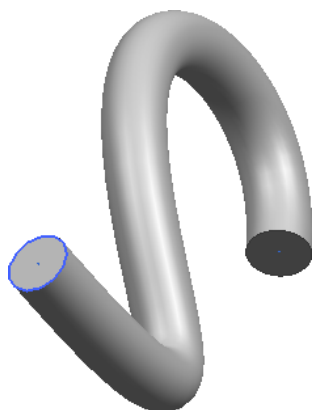
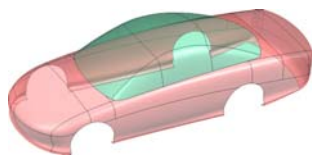
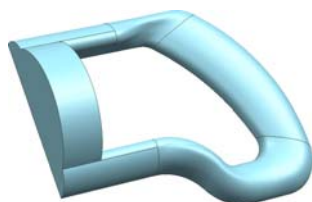
3.1.2 有界平面.....	94
3.2 直纹曲面.....	95
3.2.1 参数.....	95
3.2.2 根据点.....	96
3.3 通过曲线组.....	96
3.3.1 连续性.....	96
3.3.2 输出曲面选项.....	96
3.3.3 公差.....	97
3.3.4 对齐.....	97
3.4 通过网格曲线.....	98
3.4.1 指定主曲线.....	98
3.4.2 指定交叉曲线.....	98
3.4.3 着重.....	99
3.4.4 重新构建.....	100
3.5 扫掠曲面.....	100
3.5.1 截面线.....	100
3.5.2 引导线.....	101
3.5.3 脊线.....	102
3.5.4 截面位置.....	102
3.5.5 对齐.....	103
3.5.6 定位方法.....	103
3.5.7 缩放方法.....	107
3.6 剖切曲面.....	110
3.6.1 剖切曲面基本概念.....	110
3.6.2 生成方式.....	112
3.7 案例实战——创建照相机外壳模型.....	123
3.7.1 设计流程图.....	124
3.7.2 具体设计步骤.....	124
3.8 案例实战——创建轿车外壳曲面.....	135
3.8.1 设计流程图.....	135
3.8.2 具体设计步骤.....	136

## 第4章 由曲面创建曲面..... 145

4.1 桥接曲面.....	146
4.2 倒圆曲面.....	146
4.2.1 圆角曲面.....	147
4.2.2 面倒圆角.....	147
4.2.3 软倒圆角.....	149
4.3 延伸曲面.....	150

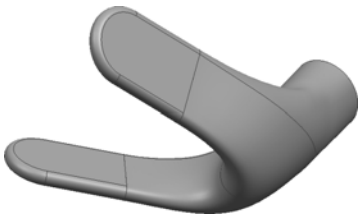


- 4.3.1 相切.....150
- 4.3.2 圆形.....151
- 4.4 规律延伸.....151
- 4.5 缝合曲面.....152
  - 4.5.1 片体.....152
  - 4.5.2 实体.....153
- 4.6 修剪曲面.....153
  - 4.6.1 修剪体.....153
  - 4.6.2 修剪片体.....154
- 4.7 过渡曲面.....155
- 4.8 N 边曲面.....155
  - 4.8.1 已修剪.....155
  - 4.8.2 三角形.....156
- 4.9 轮廓线弯边.....157
  - 4.9.1 基本型.....157
  - 4.9.2 绝对差型.....157
  - 4.9.3 视觉差型.....158
- 4.10 抽取曲面.....159
  - 4.10.1 单个面.....159
  - 4.10.2 相邻面.....160
  - 4.10.3 体的面.....160
  - 4.10.4 面链.....161
- 4.11 偏置曲面.....161
- 4.12 大致偏置曲面.....162
- 4.13 案例实战——创建 MP3 耳机外壳.....162
  - 4.13.1 设计流程图.....163
  - 4.13.2 具体设计步骤.....163
- 4.14 案例实战——创建手柄套管外壳.....176
  - 4.14.1 设计流程图.....176
  - 4.14.2 具体设计步骤.....177



**第 5 章 自由曲面.....186**

- 5.1 曲线上的曲线.....187
- 5.2 四点曲面.....187
- 5.3 整体突变.....187
- 5.4 变换曲面.....188
- 5.5 艺术曲面.....190
- 5.6 曲面变形.....190
- 5.7 样式圆角.....191



5.8 样式拐角 .....	192
5.9 样式扫掠 .....	192
5.10 案例实战——创建钓鱼竿支架模型 .....	193
5.10.1 设计流程图 .....	193
5.10.2 具体设计步骤 .....	194
5.11 案例实战——创建鼠标外壳模型 .....	204
5.11.1 设计流程图 .....	204
5.11.2 具体设计步骤 .....	205

## 第6章 曲面编辑 .....

6.1 修剪片体 .....	223
6.2 修剪和延伸 .....	223
6.3 X 成形 .....	225
6.3.1 移动 .....	226
6.3.2 旋转 .....	226
6.3.3 比例 .....	226
6.3.4 平面化 .....	227
6.4 扩大曲面 .....	227
6.5 片体边界 .....	228
6.6 更改阶次 .....	228
6.7 更改刚度 .....	229
6.8 更改边 .....	229
6.9 案例实战——创建空气过滤罩模型 .....	230
6.9.1 设计流程图 .....	231
6.9.2 具体设计步骤 .....	231
6.10 案例实战——创建轿车转向盘模型 .....	245
6.10.1 设计流程图 .....	245
6.10.2 具体设计步骤 .....	246

## 第7章 曲面分析 .....

7.1 曲线分析 .....	261
7.2 距离测量 .....	262
7.3 角度测量 .....	263
7.4 检测几何体 .....	264
7.5 偏差测量 .....	265
7.6 截面分析 .....	266

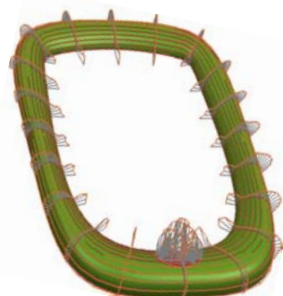


- 7.7 高亮线分析.....267
- 7.8 曲面连续性分析.....268
- 7.9 曲面半径分析.....269
- 7.10 曲面反射分析.....271
- 7.11 曲面斜率分析.....272
- 7.12 案例实战——创建触摸手机上壳及截面分析.....273
  - 7.12.1 设计流程图.....273
  - 7.12.2 具体设计步骤.....274
- 7.13 案例实战——创建旋盖手机上壳及曲面分析.....282
  - 7.13.1 设计流程图.....282
  - 7.13.2 具体设计步骤.....283



**第 8 章 逆向工程造型.....289**

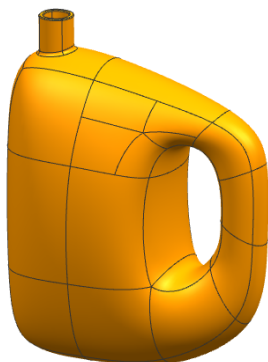
- 8.1 逆向工程简介.....290
  - 8.1.1 逆向工程概述.....290
  - 8.1.2 三坐标测量仪采集数据.....291
  - 8.1.3 数据采集规划.....291
  - 8.1.4 UG 逆向工程造型一般流程.....292
- 8.2 由点创建曲面.....292
- 8.3 由极点创建曲面.....294
- 8.4 由点云创建曲面.....295
- 8.5 案例实战——电吹风外壳逆向造型.....296
  - 8.5.1 设计流程图.....296
  - 8.5.2 具体设计步骤.....297



**第 9 章 创意塑型.....328**

- 9.1 创意塑型概述.....329
- 9.2 创意塑型的创建.....330
  - 9.2.1 体素形状.....330
  - 9.2.2 构造工具.....332
  - 9.2.3 拉伸框架.....334
  - 9.2.4 旋转框架.....334
  - 9.2.5 放样框架.....335
  - 9.2.6 扫掠框架.....335
  - 9.2.7 管道框架.....336
- 9.3 创意塑型的修改.....336
  - 9.3.1 变换框架.....336
  - 9.3.2 拆分面.....339





9.3.3 细分面 .....	341
9.3.4 合并面 .....	341
9.3.5 删除框架 .....	341
9.3.6 填充 .....	342
9.3.7 桥接面 .....	342
9.4 创意塑型的首选项 .....	342
9.5 案例实战——创建机油壶模型 .....	345

## 第 10 章 综合实例——QQ 玩具造型设计 ..... 349

10.1 设计流程图 .....	350
10.2 具体设计步骤 .....	351
10.2.1 创建身子和嘴巴 .....	351
10.2.2 创建手臂 .....	356
10.2.3 创建脚丫 .....	359
10.2.4 创建围巾 .....	366
10.2.5 创建眼睛和肚皮 .....	371
10.2.6 创建小花 .....	372
10.3 设计感悟 .....	376

## 第 11 章 综合实例——汽车机油壶造型设计 ..... 377

11.1 设计流程图 .....	378
11.2 具体设计步骤 .....	379
11.2.1 创建壳体曲面 .....	379
11.2.2 创建提手曲面 .....	386
11.2.3 创建出油口曲面 .....	398
11.2.4 创建旋钮 .....	399
11.2.5 创建按钮 .....	401
11.2.6 创建推钮 .....	406
11.3 设计感悟 .....	408

## 第 12 章 综合实例——剃须刀曲面造型设计 ..... 409

12.1 设计流程图 .....	410
12.2 具体设计步骤 .....	411
12.2.1 创建主壳体曲面 .....	411
12.2.2 创建推钮部位 .....	419
12.2.3 创建刀片固定盖 .....	423
12.2.4 创建刀片罩 .....	428
12.3 设计感悟 .....	433



# 第 1 章

## UG NX 10 曲面设计基础

### 学习目标:

- UG NX 10 曲面设计概述
- UG NX 10 新增曲面功能
- 曲面的数学模型
- 曲线-曲面的连续性
- 曲面造型设计思路
- UG NX 10 曲面设计方法和特点





流畅的曲面外形已经成为现代产品设计发展的趋势。利用 UG 软件完成曲线式流畅造型设计,是现代产品设计迫在眉睫的市场需要,也是本书的核心内容和写作目的。

工业产品的设计水平,是一个国家科学技术、文化素质水平的标志。要在工业产品设计中立于不败之地,必须具备适应产品变革的设计理念,并有效利用设计软件快速将理念转换为模拟产品,然后将其加工制造成真实的产品。在现代 CAD 应用软件中,对 3D 曲面建模的精确描述和灵活操作能力已经是评定三维 CAD 辅助设计功能是否强大的重要标志。UG 作为当今世界最为流行的 CAD/CAM/CAE 软件之一,由于其功能强大,可对产品进行建模、加工、分析设计,能够快速、准确地获得工业造型设计方案。特别是使用 UG 建模功能,不仅能进行实体模型创建,对于形状复杂的曲面产品设计也得心应手,充分体现了在产品方面的极大优越性。

本章主要介绍 UG NX 10 曲面造型的基础知识,并从数学的角度介绍曲线和曲面的结构特征和连续性,此外还介绍了曲面设计的主要思路和构建曲面的方法和技巧。

## 1.1 UG NX 10 曲面设计概述

在现代工业设计环境中,三维 CAD 软件已经随着社会发展的步伐一步一步地革新和转变,特别是在曲面造型技术的发展和突变中,更是取得了日新月异的飞跃。小至一款简单的日用小饰品,大到电器以及汽车等工业品的发展,都体现了这方面的变化和发展。

在这些工业设计中,强大的三维软件 UG、Pro/E 等是用来创建此类曲面的主要应用软件,使不同的产品能够更快速准确地解决自由曲面造型的问题。这些工程三维软件共同的特点是能够提供工业设计师进行概念设计、创意建模和渲染出不同的真实效果。它们不仅能够完成工业设计的要求,而且具有功能强大的结构建模能力,对于整个工程的制造生产更是提供了强大的支持。

### 1.1.1 曲面造型的发展概况

随着计算机图形显示对真实性、实时性和交互性要求的日益增强,几何设计对象向着多样性、特殊性和拓扑结构复杂性靠拢这一趋势日益明显,以及图形工业和制造工业迈向一体化、集体化和网络化步伐的日益加快,曲面造型技术近几年得到了长足的发展,主要表现在研究领域的急剧扩展。

从研究领域来看,曲面造型技术已从传统的研究曲面表示、曲面求交和曲面拼接、扩展到曲面变形、曲面重建、曲面简化、曲面转换和曲面等距性。

#### 1. 曲面变形

传统的约束曲面模型仅允许调整控制顶点或权因子来局部改变曲面形状,至多利用层次化模型在曲面特定点进行直接操作;一些简单的基于参数曲线的曲面设计方法,如扫描、旋转法和拉伸法也仅允许调整生成曲线来改变曲面形状。计算机动画和实体造型业迫切需要发展与曲面表示方式无关的变形方法或形状调配方法,于是产生了自由变形法、基于弹

性变形或热弹性力学等物理模型的变形法、基于求解约束的变形法、基于几何约束的变形法等曲面变形技术、以及基于多面体对应关系的曲面形状调配技术。

## 2. 曲面重建

在精致的轿车车身设计或人脸类雕塑曲面的动画制作中，通常利用油泥制模，再进行三维型值点采样。在医学图像可视化中，也常用 CT 扫描来得到人体脏器表面的三维数据点。

从面上的部分采样信息来恢复原始曲面的几何模型，称为曲面重建。采样工具为激光测距扫描器、医学成像仪、接触探测数字转换器、雷达或地震探测仪器等。根据重建曲面的形式，它可分为函数型曲面重建和离散型曲面重建。前者的代表如离散点集拟合法，后者的常用方法是建立离散点集的平面片逼近模型。

## 3. 曲面简化

与曲面重建一样，曲面简化这一研究领域目前也是国际热点之一。其基本思想是从三维重建后的离散曲面或造型软件的输出结构（主要是三角网络）中去除冗余信息，同时又保证模型的准确度，以利于图形显示的实时性、数据存储的经济性和数据传输的快速性。对于多分辨率曲面模型而言，这一技术还有利于建立曲面的层次逼近模型，进行曲面的分层显示、传输和编辑。具体的曲面简化方法有网格顶点剔除法、网格边界删除法、最大平面逼近多边形法以及参数化重新采样法。

## 4. 曲面转换

同一张曲面可以表示为不同的数学形式，这一思想不仅具有理论意义，而且具有工业应用的现实意义。例如，NURBS 曲面设计系统与多项式曲面设计系统之间的数据传递和无纸化生产工艺。

## 5. 曲面等距性

曲面等距性在计算机图形及加工中有着广泛的应用，因而成为这几年的热门课题之一。例如，数控机床的刀具路径设计就要研究曲线的等距性。但从数学表达式中容易看出，一般而言，一条平面参数曲线的等距曲线是有理曲线，这就超越了通用 NURBS 系统的使用范围，造成了软件设计的复杂性和数值计算的不稳定性。

此外，曲面造型在表示方法上也进行了极大地革新，以网格细分为特征离散造型与传统的连续造型相比，大有后来居上的创新之势，这种曲面造型方法能够创建出生动逼真的特征动画和雕塑曲面。

### 1.1.2 UG NX 10 曲面常用术语

在创建曲面的过程中，许多操作都会出现专业性概念及术语，为了能够更准确地理解创建规则曲面和自由曲面的设计过程，了解常用曲面的术语及功能是非常必要的。

#### 1. 曲面和片体

在 UG NX 10 中，片体是常用的术语，主要是指厚度为 0 的实体，即只有表面，没有



重量和体积。片体是相对于实体而言的，一个曲面可以包含一个或多个片体，并且每一个片体都是独立的几何体，可以包含一个特征，也可以包含多个特征。在 UG NX 10 中任何片体、片体的组合以及实体上的所有表面都是曲面，实体与片体如图 1-1 所示。

曲面从数学上可分为基本曲面（平面、圆柱面、圆锥面、球面、环面等）、贝塞尔曲面、B 样条曲面等。贝塞尔曲面与 B 样条曲面通常用来描述各种不规则曲面，目前在工业设计过程中非均匀有理 B 样条曲面已作为工业标准。

## 2. 曲面的行与列

在 UG NX 10 中，很多曲面都是由不同方向的点或曲线来定义。通常把 U 方向称为行，V 方向称为列。曲面也因此可以看作 U 方向为轨迹引导线对很多 V 方向的截面线做的一个扫描。可以通过网格显示来查看 UV 方向曲面的走向，如图 1-2 所示。

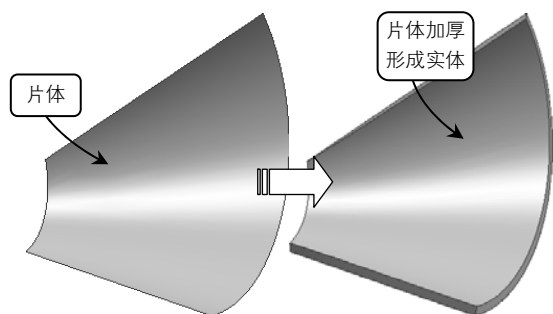


图 1-1 实体与片体

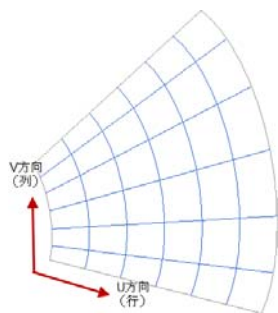


图 1-2 曲面的行与列

## 3. 曲面的阶次

阶次属于一个数学概念，它类似于曲线的阶次。由于曲面具有 U、V 两个方向，所以每个曲面片体均包含 U、V 两个方向的阶次。

在常规的三维软件中，阶次必须介于 1~24 之间，但最好采用 3 次，因为曲线的阶次用于判断曲线的复杂程度，而不是精确程度。简单一点说，曲线的阶次越高，曲线就越复杂，计算量就越大。一般来讲，最好使用低阶次多项式的曲线。

## 4. 曲面片体类型

实体的外曲面一般都是由曲面片体构成的，根据曲面片体的数量可分为单片和多片两种类型。其中单片是指所建立的曲面指包含一个单一的曲面实体；而曲面片是由一系列的单补片组成的。曲面片越多，越能在更小的范围内控制曲面片体的曲率半径等，但一般情况下，尽量减少曲面片体的数量，这样可以使所创建的曲面更加光滑完整。

## 5. 栅格线

栅格线仅仅是一组显示特征，对曲面特征没有影响。在“静态线框”显示模式下，曲面形状难以观察，因此栅格线主要用于曲面的显示，如图 1-3 所示。