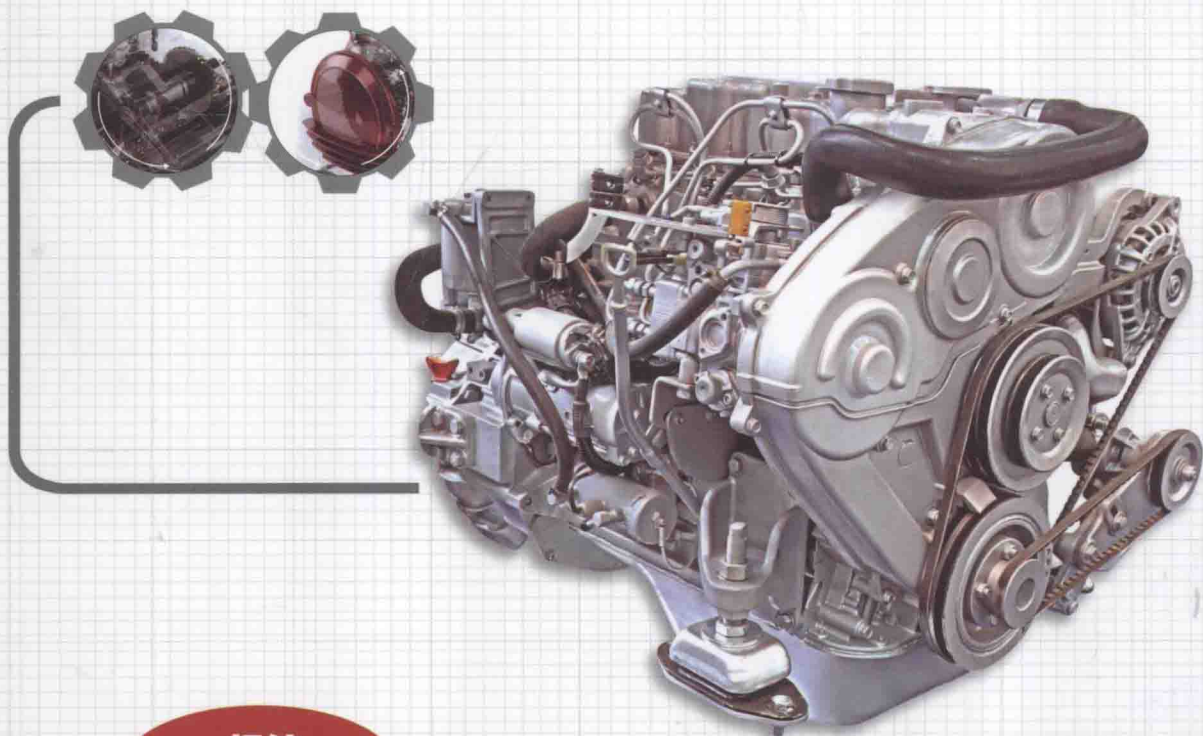


UG 软件应用认证 指导用书

UG NX

曲面设计教程 9.0

北京兆迪科技有限公司 编著



附2张超值DVD



制作了 244 个 UG 曲面设计技巧和实例的语音视频教学演示
(含 9.7 小时的全程语音视频讲解) (6.3GB)

- **内容全面:** 包含曲线、曲面设计和曲面产品的自顶向下设计
- **注重实用:** 融入 UG 曲面设计从业高手的心得、经验和技巧
- **提供低版本素材源文件:** 适合 UG NX 7.0~9.0 的用户使用



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

UG 软件应用认证指导用书

UG NX 9.0 曲面设计教程

北京兆迪科技有限公司 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书全面、系统地介绍了使用UG NX 9.0进行曲面设计的过程、方法和技巧,内容包括曲面设计的发展概况、曲面造型的数学概念、曲面基准特征的创建、曲线设计、简单曲面的创建、自由曲面的创建、曲面的编辑、曲面中的倒圆角、TOP_DOWN自顶向下产品设计以及大量的曲面设计综合范例等。

本书讲解中所选用的范例、实例或应用案例覆盖了不同行业,具有很强的实用性和广泛的适用性。本书附带2张全程多媒体DVD学习光盘,制作了244个UG曲面设计技巧和有针对性的实例教学视频并进行了详细的语音讲解,时间长达9.7小时(588分钟),光盘中还包含本书所有的模型文件、范例文件和练习素材文件。另外,为方便UG低版本用户和读者的学习,光盘中特提供了UG NX 7.0、UG NX 8.0和UG NX 8.5版本的素材源文件。

在内容安排上,为了使读者更快地掌握UG软件的曲面功能,书中结合大量的曲面设计范例对软件中一些抽象的曲面概念、命令和功能进行讲解,同时结合范例讲述了一些生产一线曲面产品的真实设计过程,能使读者较快地进入曲面设计实战状态;在写作方式上,本书紧贴软件实际操作界面,使初学者能够尽快上手,提高学习效率。本书内容全面,条理清晰,实例丰富,讲解详细,可作为工程技术人员的UG曲面自学教程和参考书,也可作为大中专院校学生和各类培训学校学员的CAD/CAM课程上课或上机练习的教材。

图书在版编目(CIP)数据

UG NX 9.0曲面设计教程 / 北京兆迪科技有限公司编
著. — 北京: 中国水利水电出版社, 2014. 3
UG软件应用认证指导用书
ISBN 978-7-5170-1768-4

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

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第038522号

策划编辑: 杨庆川/杨元泓

责任编辑: 张玉玲

封面设计: 梁 燕

书 名	UG 软件应用认证指导用书
作 者	UG NX 9.0 曲面设计教程
出版发行	北京兆迪科技有限公司 编著 中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)、82562819 (万水)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京蓝空印刷厂
规 格	184mm×260mm 16开本 22印张 460千字
版 次	2014年3月第1版 2014年3月第1次印刷
印 数	0001—5000册
定 价	49.80元(附2张DVD)

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

UG 是由美国 UGS 公司推出的功能强大的三维 CAD/CAM/CAE 软件系统,其内容涵盖了产品从概念设计、工业造型设计、三维模型设计、分析计算、动态模拟与仿真、工程图输出到生产加工的全过程,应用范围涉及航空航天、汽车、机械、造船、通用机械、数控(NC)加工、医疗器械和电子等诸多领域。

由于具有强大而完美的功能,UG 近几年几乎成为三维 CAD/CAM 领域的一面旗帜和标准,它在国外大学院校里已成为学习工程类专业必修的课程,也成为工程技术人员必备的技术。作为提高产品研发效率和竞争力的有效工具和手段,UG 也正在国内形成一个广泛应用的热潮。UG NX 9.0 是目前最新的版本,该版本在易用性、数字化模拟、知识捕捉、可用性、系统工程、模具设计和数控编程等方面进行了创新,对以前版本进行了数百项以客户为中心的改进。

本书全面、系统地介绍了 UG NX 9.0 的曲面设计技术与技巧,特色如下:

- 内容全面:与其他同类书籍相比,包括更多的 UG 曲面设计内容。
- 范例丰富:对软件中的主要命令和功能,首先结合简单的范例进行讲解,然后安排一些较复杂的综合范例帮助读者深入理解和灵活运用。
- 讲解详细:条理清晰,保证自学的读者能独立学习。
- 写法独特:采用 UG NX 9.0 中文版中真实的对话框和按钮等进行讲解,使初学者能够直观、准确地操作软件,从而大大提高学习效率。
- 附加值高:本书附带 2 张多媒体 DVD 学习光盘,制作了 244 个 UG 曲面设计技巧和具有针对性实例的教学视频并进行了详细的语音讲解,时间长达 9.7 小时(588 分钟),2 张 DVD 光盘教学文件容量共计 6.3GB,可以帮助读者轻松、高效地学习。

本书主要参编人员均来自北京兆迪科技有限公司,展迪优承担本书的主要编写工作,参加编写的人员还有王焕田、刘静、雷保珍、刘海起、魏俊岭、任慧华、詹路、冯元超、刘江波、周涛、赵枫、邵为龙、侯俊飞、龙宇、施志杰、詹棋、高政、孙润、李倩倩。该公司专门从事 CAD/CAM/CAE 技术的研究、开发、咨询及产品设计与制造服务,并提供 SolidWorks、ANSYS、ADAMS 等软件的专业培训及技术咨询。在本书编写过程中得到了该公司的大力帮助,在此表示衷心的感谢。读者在学习本书的过程中如果遇到问题,可通过访问该公司的网站 <http://www.zalldy.com> 来获得帮助。

编 者

本书导读

为了能更高效地学习本书，务必请您仔细阅读下面的内容。

写作环境

本书使用的操作系统为 64 位的 Windows 7，系统主题采用 Windows 经典主题。本书采用的写作蓝本是 UG NX 9.0 中文版。

光盘使用

为方便读者练习，特将本书所有素材文件、已完成的范例文件、配置文件和视频语音讲解文件等放入随书附带的光盘中，读者在学习过程中可以打开相应素材文件进行操作和练习。

本书附带多媒体 DVD 光盘 2 张，建议读者在学习本书前，先将两张 DVD 光盘中的所有文件复制到计算机硬盘的 D 盘中，再将第二张光盘 ugnx90.8-video2 文件夹中的所有文件复制到第一张光盘的 video 文件夹中。在 D 盘的 ugnx90.8 目录下共有 4 个子目录：

(1) ugnx90_system_file: 包含一些系统文件。

(2) work: 包含本书全部已完成的实例文件。

(3) video: 包含本书讲解中的视频录像文件，读者学习时可在该子目录中按顺序查找所需的视频文件。

(4) before: 为方便 UG 低版本用户和读者的学习，光盘中特提供了 UG NX 7.0、UG NX 8.0 和 UG NX 8.5 版本主要章节的素材源文件。

光盘中带有 ok 扩展名的文件或文件夹表示已完成的范例。

本书约定

● 本书中有关鼠标操作的说明如下：

- ☑ 单击：将鼠标指针移至某位置处，然后按一下鼠标的左键。
- ☑ 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的左键。
- ☑ 右击：将鼠标指针移至某位置处，然后按一下鼠标的右键。
- ☑ 单击中键：将鼠标指针移至某位置处，然后按一下鼠标的中键。
- ☑ 滚动中键：只是滚动鼠标的中键，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，然后按下鼠标的左键不放，同时移动鼠标，将该对象移动到指定的位置后再松开鼠标的左键。

- 本书中的操作步骤分为 Task、Stage 和 Step 三个级别，说明如下：

- ☑ 对于一般的软件操作，每个操作步骤以 Step 字符开始。例如，下面是草绘环境中绘制椭圆操作步骤的表述：

Step1. 选择下拉菜单 **工具(T)** → **草图绘制实体(E)** →  **椭圆(长短轴)(E)** 命令（或单击“草图”工具栏中的  按钮）。

Step2. 定义椭圆中心点。在图形区某位置单击，放置椭圆的中心点。

Step3. 定义椭圆长轴。在图形区某位置单击，定义椭圆的长轴和方向。

Step4. 确定椭圆大小。移动鼠标指针，将椭圆拉至所需形状并单击以定义椭圆的短轴。

- ☑ 每个 Step 操作视其复杂程度，其下面可含有多级子操作。例如 Step1 下可能包含 (1)、(2)、(3) 等子操作，子操作 (1) 下可能包含 ①、②、③ 等子操作，子操作 ① 下可能包含 a)、b)、c) 等子操作。

- ☑ 如果操作较复杂，需要几个大的操作步骤才能完成，则每个大的操作冠以 Stage1、Stage2、Stage3 等，Stage 级别的操作下再分 Step1、Step2、Step3 等操作。

- ☑ 对于多个任务的操作，则每个任务冠以 Task1、Task2、Task3 等，每个 Task 操作下可包含 Stage 和 Step 级别的操作。

- 由于已建议读者将随书光盘中的所有文件复制到计算机硬盘的 D 盘中，所以书中在要求设置工作目录或打开光盘文件时所述的路径均以“D:”开始。

技术支持

本书主要参编人员均来自北京兆迪科技有限公司，该公司专门从事 CAD/CAM/CAE 技术的研究、开发、咨询及产品设计与制造服务，并提供 UG、ANSYS、ADAMS 等软件的专业培训及技术咨询。读者在学习本书的过程中如果遇到问题，可通过访问该公司的网站 <http://www.zalldy.com> 来获得技术支持。

咨询电话：010-82176248，010-82176249。

目 录

前言

本书导读

第 1 章 曲面设计概要	1
1.1 曲面设计的发展概况	1
1.2 曲面造型的数学概念	2
1.3 曲面造型方法	3
1.4 光顺曲面的设计技巧	5
第 2 章 曲面基准特征的创建	7
2.1 基准特征和系统设置	7
2.2 基准平面的创建	9
2.3 基准轴的创建	16
2.4 基准点的创建	19
2.4.1 在曲线/边上创建基准点	19
2.4.2 在终点上创建基准点	21
2.4.3 过圆心点创建基准点	21
2.4.4 在草图环境中创建基准点	22
2.4.5 在曲面上创建基准点	22
2.4.6 利用曲线与曲面相交创建基准点	23
2.4.7 通过给定坐标值创建基准点	23
2.4.8 利用两条曲线相交创建基准点	24
2.4.9 创建点集	24
2.5 基准坐标系的创建	26
2.5.1 使用三个点创建坐标系	27
2.5.2 使用三个平面创建坐标系	28
2.5.3 使用两个相交的轴(边)创建坐标系	29
2.5.4 创建偏置 CSYS 坐标系	30
2.5.5 创建绝对坐标系	30
2.5.6 创建当前视图坐标系	30
第 3 章 曲线设计	31
3.1 草图曲线	31
3.2 基本空间曲线	32
3.2.1 直线	32
3.2.2 圆弧/圆	36
3.2.3 曲线倒圆角	39
3.2.4 倒斜角	42
3.3 高级空间曲线	45
3.3.1 样条曲线	45
3.3.2 二次曲线	47
3.3.3 规律曲线	49
3.3.4 螺旋线	53
3.3.5 文本曲线	56

3.4	来自曲线集的曲线	58
3.4.1	镜像	58
3.4.2	偏置	59
3.4.3	在面上偏置曲线	61
3.4.4	投影	63
3.4.5	组合投影	64
3.4.6	桥接	65
3.5	来自实体集的曲线	68
3.5.1	相交曲线	68
3.5.2	截面曲线	69
3.5.3	抽取曲线	71
3.6	曲线分析	73
3.6.1	显示极点	74
3.6.2	曲率梳分析	74
3.6.3	峰值分析	76
3.6.4	拐点分析	77
3.6.5	输出列表	77
3.7	曲线编辑	78
3.7.1	修剪曲线	78
3.7.2	修剪角	80
3.7.3	分割	81
3.7.4	圆角	84
3.7.5	拉长	85
3.7.6	曲线长度的编辑	86
第4章	简单曲面的创建	88
4.1	曲面网格显示	88
4.2	创建拉伸和回转曲面	89
4.2.1	创建拉伸曲面	89
4.2.2	创建回转曲面	90
4.3	创建有界平面	91
4.4	曲面的偏置	92
4.4.1	创建偏置曲面	92
4.4.2	创建偏置面	93
4.5	曲面的抽取	93
4.5.1	抽取独立曲面	94
4.5.2	抽取区域曲面	96
第5章	自由曲面的创建	98
5.1	网格曲面	98
5.1.1	直纹面	98
5.1.2	通过曲线组	99
5.1.3	通过曲线网格	101
5.2	扫掠曲面	106
5.2.1	普通扫掠	106
5.2.2	沿引导线扫掠	112
5.2.3	样式扫掠	112
5.2.4	变化的扫掠	115
5.2.5	管道	116
5.3	桥接曲面	117
5.4	艺术曲面	118
5.4.1	艺术曲面构建方法	118

5.4.2	艺术曲面应用范例.....	121
5.5	截面体曲面.....	126
5.5.1	二次曲线截面.....	128
5.5.2	圆形截面.....	138
5.5.3	三次曲线截面.....	143
5.5.4	线性截面.....	146
5.6	N 边曲面.....	147
5.7	弯边曲面.....	150
5.8	渐消曲面的构建.....	153
5.8.1	渐消曲面的概念.....	153
5.8.2	渐消曲面的构建——范例 1.....	154
5.8.3	渐消曲面的构建——范例 2.....	157
5.9	曲面分析.....	159
5.9.1	曲面分析概述.....	160
5.9.2	曲面分析.....	160
第 6 章	曲面的编辑.....	178
6.1	曲面的修剪.....	178
6.1.1	一般的曲面修剪.....	178
6.1.2	修剪片体.....	179
6.1.3	分割表面.....	180
6.1.4	修剪与延伸.....	181
6.2	曲面的延伸.....	183
6.2.1	延伸.....	183
6.2.2	规律延伸.....	185
6.2.3	扩大曲面.....	187
6.3	X-成形.....	189
6.3.1	平移.....	189
6.3.2	旋转.....	191
6.3.3	比例.....	192
6.3.4	平面化.....	193
6.4	曲面的变形与变换.....	194
6.4.1	曲面的变形.....	194
6.4.2	曲面的变换.....	195
6.4.3	整体突变.....	197
6.5	曲面边缘的编辑.....	197
6.5.1	匹配边.....	197
6.5.2	剪断为补片.....	199
6.5.3	局部取消修剪和延伸.....	199
6.5.4	替换边.....	200
6.5.5	更改片体边缘.....	201
6.6	曲面的缝合.....	203
6.7	曲面的实体化.....	203
6.7.1	开放曲面的加厚.....	203
6.7.2	封闭曲面的实体化.....	205
6.7.3	使用补片创建实体.....	206
第 7 章	曲面中的倒圆角.....	207
7.1	倒圆角类型.....	207
7.1.1	边倒圆.....	207
7.1.2	面倒圆.....	209
7.1.3	软倒圆.....	213

7.1.4	样式圆角.....	216
7.2	倒圆角失败处理.....	222
第 8 章	TOP_DOWN 自顶向下产品设计	224
8.1	WAVE 几何链接器.....	224
8.2	自顶向下设计的一般过程.....	226
8.3	范例——手机的自顶向下设计.....	234
8.3.1	范例概述.....	234
8.3.2	创建一级控件.....	236
8.3.3	创建上部二级控件.....	240
8.3.4	创建下部二级控件.....	244
8.3.5	创建三级控件.....	248
8.3.6	创建屏幕.....	250
8.3.7	创建下盖.....	251
8.3.8	创建电池盖.....	254
8.3.9	创建上盖.....	255
8.3.10	创建按键.....	258
8.3.11	编辑模型显示.....	264
第 9 章	曲面设计综合范例	265
9.1	范例 1——汽车后视镜的设计	265
9.2	范例 2——实体文字的制作	270
9.3	范例 3——肥皂的设计	273
9.4	范例 4——充电器的设计	279
9.5	范例 5——咖啡壶的设计	290
9.6	范例 6——水嘴手柄的设计	295
9.7	范例 7——吸尘器上盖的设计	305
9.8	范例 8——电话机面板的设计	315
9.9	范例 9——洗发水瓶的设计	324

第1章 曲面设计概要

本章提要

随着时代的进步,人们的生活水平和质量都在不断地提高。人们在要求产品功能日益完备的同时,也越来越追求外形的美观。因此,产品设计者很多时候都需要用复杂的曲面来表现产品外观。本章主要内容包括:

- 曲面设计的发展概况
- 曲面造型的数学概念
- 曲面造型方法
- 光顺曲面的设计技巧

1.1 曲面设计的发展概况

曲面造型(Surface Modeling)是随着计算机技术和数学方法的不断发展而逐步产生和完善起来的。它是计算机辅助几何设计(Computer Aided Geometric Design, CAGD)和计算机图形学(Computer Graphics)的一项重要内容,主要研究在计算机图像系统的环境下对曲面的表达、创建、显示、分析等。

早在1963年,美国波音飞机公司的Ferguson首先提出将曲线曲面表示为参数的矢量函数方法,并引入参数三次曲线。从此,曲线曲面的参数化形式成为形状数学描述的标准形式。

到了1971年,法国雷诺汽车公司的Bezier又提出一种控制多边形设计曲线的新方法,这种方法很好地解决了整体形状控制问题,从而将曲线曲面的设计向前推进了一大步。然而Bezier的方法仍存在连接问题和局部修改问题。

直到1975年,美国Syracuse大学的Versprille首次提出具有划时代意义的有理B样条(NURBS)方法。NURBS方法可以精确地表示二次规则曲线曲面,从而能用统一的数学形式表示规则曲面与自由曲面。这一方法的提出,终于使非均匀有理B样条方法成为现代曲面造型中最为广泛流行的技术。

当今在CAD/CAM系统的曲面造型领域有一些功能强大的软件系统,如美国Unigraphics Solutions公司的UG、美国PTC公司的Pro/ENGINEER、美国SDRC公司的I-DEAS MasterSeries、法国达索系统的CATIA等,它们各具特色和优势,在曲面造型领域中都发挥着举足轻重的作用。

美国Unigraphics Solutions公司的UG软件,以其参数化、基于特征、全相关等新概念闻名于CAD领域。它在曲面的创建生成、编辑修改、计算分析等方面功能强劲,另外它还可以将特殊的曲面造型实例作为一个特征加入特征库中,使其功能得到不断地扩充。

随着计算机图形技术以及工业制造技术的不断发展, 曲面造型在近几年得到了长足的发展, 这主要表现在以下几个方面:

(1) 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充到曲面变形、曲面重建、曲面简化、曲面转换和曲面等距性等。

(2) 从表示方法来看, 以网格细分为特征的离散造型方法得到了高度的运用。这种曲面造型方法在生动逼真的特征动画和雕塑曲面的设计加工中更是独具优势。

(3) 从曲面造型方法来看, 出现了一些新的方法, 如基于物理模型的曲面造型方法、基于偏微分方程的曲面造型方法、流曲线曲面造型方法等。

如今, 人们对产品的使用远远超出了只要求性能符合的底线, 在此基础上人们更愿意接受能在视觉上带来冲击的产品。在较为生硬的三维建模设计中, 曲面扮演的就是让模型更活泼, 甚至具有装饰性的角色。不仅如此, 在普通产品的设计中也对曲面的连续性提出了更高的要求, 由原来的点连续提高到了相切连续甚至更高。在生活中, 人们随处可见的电子产品、儿童玩具、办公用品等产品的设计中都可以见证曲面设计的必要性和重要性。

1.2 曲面造型的数学概念

曲面造型技术随着数学相关研究领域的不断深入而得到长足的发展, 多种曲线、曲面被广泛应用。我们在此主要介绍其中最基本的一些曲线、曲面的理论及构造方法, 使读者在原理和概念上有一个大致的了解。

1. 贝塞尔 (Bezier) 曲线与曲面

Bezier 曲线与曲面是法国雷诺公司的 Bezier 在 1962 年提出的一种构造曲线曲面的方法, 是三次曲线的形成原理, 这是由四个位置矢量 Q_0 、 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 定义的曲线。通常将 Q_0 、 Q_1 、 $\dots$ 、 Q_n 组成的多边形折线称为 Bezier 控制多边形, 多边形的第一条折线和最后一条折线代表曲线的起点和终点的切线方向, 其他曲线用于定义曲线的阶次与形状。

2. B 样条曲线与曲面

B 样条曲线继承了 Bezier 曲线的优点, 仍采用特征多边形及权函数定义曲线, 所不同的是权函数不采用伯恩斯坦基函数, 而采用 B 样条基函数。

B 样条曲线与特征多边形十分接近, 且便于进行局部修改。与 Bezier 曲面生成过程相似, 由 B 样条曲线可以很容易推广到 B 样条曲面。

3. 非均匀有理 B 样条 (NURBS) 曲线与曲面

NURBS 是 Non-Uniform Rational B-Splines 的缩写, 是非均匀有理 B 样条的意思。具体

解释是:

- Non-Uniform (非均匀): 指能够改变控制顶点的影响力范围。当创建一个不规则曲面的时候, 这一点非常有用。同样, 统一的曲线和曲面在透视投影下也不是无变化的, 对于交互的 3D 建模来说, 这是一个严重的缺陷。
- Rational (有理): 指每个 NURBS 物体都可以用数学表达式来定义。
- B-Spline (B 样条): 指用路线来构建一条曲线, 在一个或更多的点之间以内插值替换。

NURBS 技术提供了对标准解析几何和自由曲线、曲面的统一数学描述方法, 它可通过调整控制顶点和因子方便地改变曲面的形状, 同时也可以方便地转换成对应的 Bezier 曲面, 因此 NURBS 方法已成为曲线、曲面建模中最为流行的技术。STEP 产品数据交换标准也将非均匀有理 B 样条 (NURBS) 作为曲面几何描述的唯一方法。

4. NURBS 曲面的特性及曲面连续性定义

(1) NURBS 曲面的特性。

NURBS 是用数学方式来描述形体, 采用解析几何图形, 曲线或曲面上任何一点都有其对应的坐标 (x, y, z) , 所以具有高度的精确性。NURBS 曲面可以由任何曲线生成。

对于 NURBS 曲面而言, 剪切是不会对曲面的 UV 方向产生影响的, 也就是说不会对网格产生影响, 如图 1.2.1 所示。剪切前后, 网格 (U 方向和 V 方向) 并不会发生实质的改变, 这也是通过剪切四边面来构成三边面和五边面等多边面的理论基础。

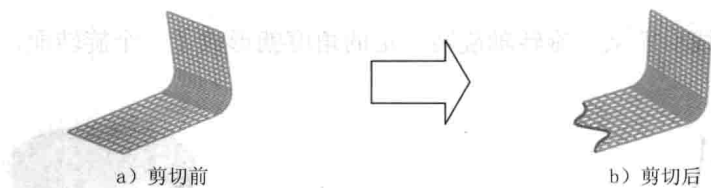


图 1.2.1 剪切曲面

(2) 曲面 G1 与 G2 连续性定义。

G_n 表示两个几何对象间的实际连续程度。例如:

- G_0 意味着两个对象相连或两个对象的位置是连续的。
- G_1 意味着两个对象光滑连接, 一阶微分连续, 或者是相切连续的。
- G_2 意味着两个对象光滑连接, 二阶微分连续, 或者两个对象的曲率是连续的。
- G_3 意味着两个对象光滑连接, 三阶微分连续。

1.3 曲面造型方法

曲面造型的方法有很多种, 下面介绍最常见的几种方法。

1. 拉伸面

将一条截面曲线沿一定的方向滑动所形成的曲面称为拉伸面，如图 1.3.1 所示。

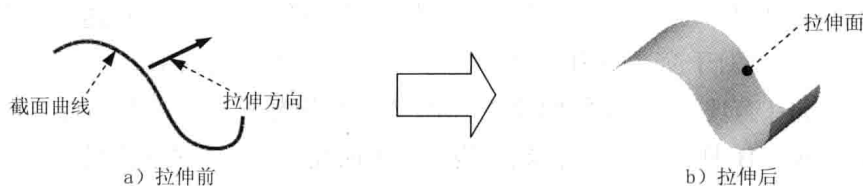


图 1.3.1 拉伸面

2. 直纹面

直纹面可以理解为由两条曲线轮廓线（剖面线串）用一系列直线连接而成的曲面，如图 1.3.2 所示。其中剖面线串可由单个对象（对象包括曲线、实体边缘或实体面）或多个对象组成。在创建直纹面时，只能使用两组剖面线串，这两组线串可以封闭，也可以不封闭。另外，构成直纹面的两组剖面线串的走向必须相同，否则曲面将会出现扭曲。

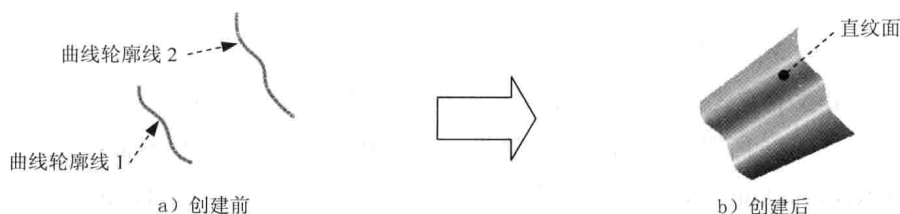


图 1.3.2 直纹面

3. 旋转面

将一条截面曲线沿着某一旋转轴旋转一定的角度就形成了一个旋转面，如图 1.3.3 所示。

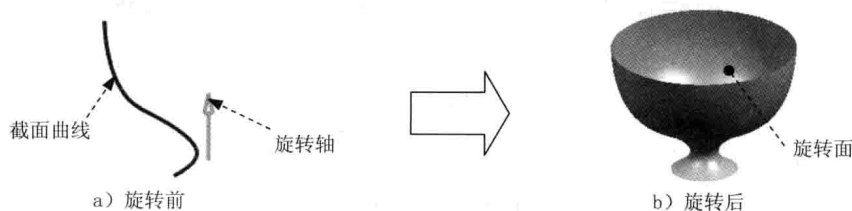


图 1.3.3 旋转面

4. 扫掠面

将截面曲线沿着轨迹曲线扫掠而形成的曲面即为扫掠面，如图 1.3.4 所示。

截面曲线和轨迹线可以有多条，截面曲线形状可以不同，可以封闭也可以不封闭。生成扫掠时，软件会自动过渡，生成光滑连续的曲面。

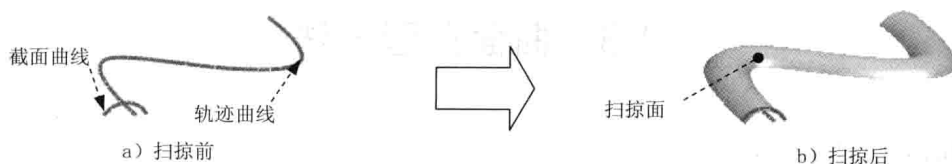


图 1.3.4 扫掠面

5. 曲线网格曲面

曲线网格曲面是以一系列曲线为骨架进行形状控制，且通过这些曲线自然过渡生成曲面，如图 1.3.5 所示。

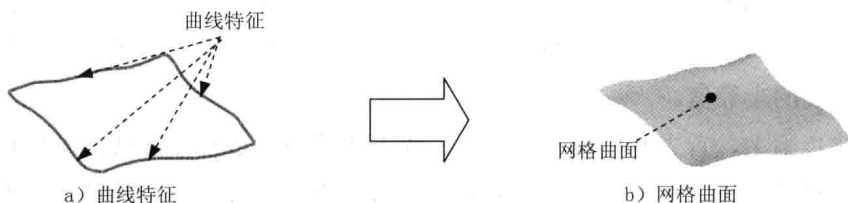


图 1.3.5 曲线网格曲面

6. 偏距曲面

偏距曲面就是把曲面特征沿某方向偏移一定的距离来创建曲面，如图 1.3.6 所示。机械加工或钣金零件在装配时为了得到光滑的外表面，往往需要确定一个偏距曲面。

现在常用的偏距曲面的生成方法一般是先将原始曲面离散细分，然后求取原始曲面离散点上的等距点，最后将这些等距点拟合成等距面。

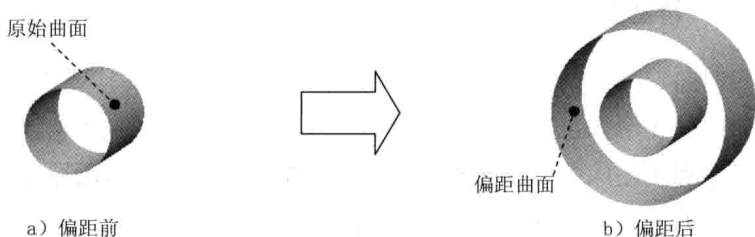


图 1.3.6 偏距曲面

1.4 光顺曲面的设计技巧

一个美观的产品外形往往是光滑而圆顺的。光滑的曲面，从外表看流线顺畅，不会引起视觉上的凸凹感，从理论上是指具有二阶几何连续、不存在奇点与多余拐点、曲率变化较小以及应变较小等特点的曲面。

要保证构造出来的曲面既光滑又能满足一定的精度要求，就必须掌握一定的曲面造型技巧，下面就一些常用的技巧进行介绍。

1. 区域划分，先局部再整体

一个产品的外形，用一张曲面去描述往往是不切实际和不可行的，这时就要根据应用软件曲面造型方法，结合产品的外形特点，将其划分为多个区域来构造几张曲面，然后再将它们缝合在一起，或用过渡面与其连接。当今的三维 CAD 系统中的曲面几乎都是定义在四边形域上。因此，在划分区域时，应尽量将各个子域定义在四边形域内，即每个子面片

都具有四条边。

2. 创建光滑的控制曲线是关键

控制曲线的光滑程度往往决定着曲面的品质。要创建一条高质量的控制曲线，主要应从以下几点着手：①要达到精度的要求；②曲率主方向要尽可能一致；③曲线曲率要大于将作圆角过渡的半径值。

在创建步骤上，首先利用投影、插补、光顺等手段生成样条曲线，然后根据其曲率图的显示来调整曲线段，从而达到光滑的效果。有时也可通过调整空间曲线的参数一致性，或生成足够数目的曲线上的点，再通过这些点重新拟合曲线，来达到光滑的目的。

3. 光滑连接曲面片

曲面片的光滑连接，应具备以下两个条件：要保证各连接面片间具有公共边；要保证各曲面片的控制线连接光滑。其中第二条是保证曲面片连接光滑的必要条件，可以通过修改控制线的起点、终点约束条件使其曲率或切线在接点处保证一致。

4. 还原曲面，再塑轮廓

一个产品的曲面轮廓往往是已经修剪过的，如果我们直接利用这些轮廓线来构造曲面，常常难以保证曲面的光滑性，所以造型时要充分考察零件的几何特点，利用延伸、投影等方法将三维空间轮廓线还原为二维轮廓线，并去掉细节部分，然后还原出“原始”的曲面，最后再利用面的修剪方法获得理想的曲面外轮廓。

5. 注重实际，从模具的角度考察曲面质量

再漂亮的曲面造型，如果不注重实际的生产制造，也毫无用处。产品三维造型的最终目的是制造模具。产品零件大多由模具生产出来，因此在三维造型时，要从模具的角度去考虑，在确定产品出模方向后，应检查曲面能否出模，是否有倒扣现象（即拔模角为负角）。如发现问题，应对曲面进行修改或重构曲面。

6. 随时检查，及时修改

在进行曲面造型时，要随时检查所建曲面的状况，注意检查曲面是否光滑，有无扭曲、曲率变化等情况，以便及时修改。

检查曲面光滑程度的方法主要有以下两种：①对构造的曲面进行渲染处理，可通过透视、透明度和多重光源等处理手段产生高清晰度的逼真的彩色图像，再根据处理后图像光亮度的分布规律来判断曲面的光滑度，图像明暗变化比较均匀，则曲面光滑性好；②可对曲面进行高斯曲率分析，进而显示高斯曲率的彩色光栅图像，这样可以直观地了解曲面的光滑性情况。

第2章 曲面基准特征的创建

本章提要

曲面基准特征在建模过程中起着十分重要的作用。它不但为特征的定位提供基础参考，并且能使设计过程显得简单明快。本章主要内容包括：

- 基准平面的创建
- 基准轴的创建
- 基准点的创建
- 基准坐标系的创建

2.1 基准特征和系统设置

1. 概述

UG NX 9.0 中的基准包括基准平面、基准轴、基准点和基准坐标系。这些基准特征在构建零件模型中主要起参照作用，它们是没有任何质量和体积的几何体，且不能构成模型表面形状，但在创建零件的一般特征、曲面、零件的剖切面和装配中都十分有用。

基准特征可以分为两种，即相对基准和固定基准，前者是相对于已存实体模型而言的，而后者固定在模型空间中。一般推荐使用相对基准特征，因为相对基准是相关和参数化的特征，与目标实体的表面、边缘、控制点等相关联。

选择基准操作命令的方法一般有如下两种：

方法一：从下拉菜单中选择命令，如图 2.1.1 所示。

方法二：从工具栏中选择命令，如图 2.1.2 所示。

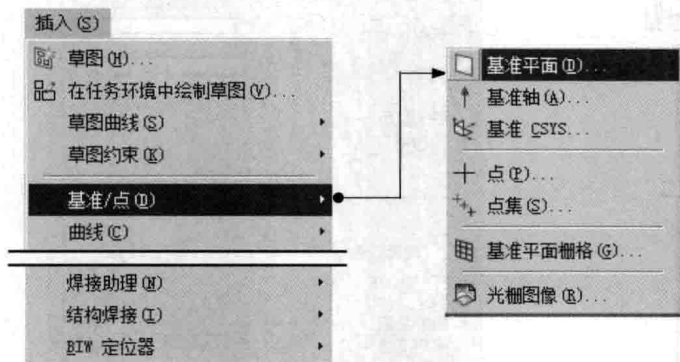


图 2.1.1 下拉菜单



图 2.1.2 工具栏

2. 修改基准名称

UG NX 9.0 会给每个基准特征自动命名，但在有时在非常复杂的模型中，根据实际需要，适当地将某些基准特征进行重新命名，这样将会帮助我们提高工作效率。

下面以一个具体例子来说明修改基准特征名称的一般操作过程。