CATIA V5工程应用精解丛书

附赠光盘

CATIA V5-6 R2016

曲面设计教程

北京兆迪科技有限公司 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

需要全本请访问 www.ertongbook.com

CATIA V5 工程应用精解丛书

CATIA V5-6R2016 曲面设计教程

北京兆迪科技有限公司 编著

机 械 工 业 出 版 社

本书全面、系统地介绍了 CATIA V5-6R2016 的曲面设计方法和技巧，包括曲面设计的发展概况、曲面造型的数学概念、线框的构建、简单曲面的创建、复杂曲面设计、曲线与曲面的编辑、曲面中的圆角、自由曲面设计、曲线和曲面的信息与分析、自顶向下设计、产品的逆向设计以及曲面设计综合范例等。

在内容安排上，为了使读者能够更快地掌握该软件的基本功能，书中结合大量的实例对 CATIA V5-6R2016 软件中的一些抽象的曲面概念、命令和功能进行讲解，以范例的形式讲述了一些实际生产一线曲面产品的设计过程，能使读者较快地进入曲面设计状态；在写作方式上，本书紧贴软件的实际操作界面，使初学者能够尽快地上手，提高学习效率。

本书附带 1 张多媒体 DVD 学习光盘，制作了大量 CATIA 曲面设计技巧和具有针对性的实例教学视频并进行了详细的语音讲解，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。

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 CATIA 曲面自学教程和参考书籍，也可以作为大中专院校学生和各类培训学校学员的 CATIA 课程上课或上机练习教材。

图书在版编目（CIP）数据

CATIA V5-6R2016 曲面设计教程/北京兆迪科技有限公司编著. —5 版. —北京：机械工业出版社，2017.10
(CATIA V5 工程应用精解丛书)
ISBN 978-7-111-57932-8

Ⅰ.①C… 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（2017）第 219357 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：丁 锋 责任编辑：丁 锋
责任校对：张 薇 封面设计：张 静
责任印制：张 博
三河市宏达印刷有限公司印刷
2018 年 1 月第 5 版第 1 次印刷
184mm×260 mm · 24.25 印张 · 440 千字
0001—3000 册
标准书号：ISBN 978-7-111-57932-8
ISBN 978-7-88709-971-6（光盘）
定价：69.90 元（含多媒体 DVD 光盘 1 张）

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务
服务咨询热线：010-88361066
读者购书热线：010-68326294
010-88379203
封面无防伪标均为盗版

网络服务
机 工 官 网： www.cmpbook.com
机 工 官 博： weibo.com/cmp1952
金 书 网： www.golden-book.com
教育服务网：www.cmpedu.com

前　言

CATIA 是法国达索（Dassault）系统公司的大型高端 CAD/CAE/CAM 一体化应用软件，在世界 CAD/CAE/CAM 领域中处于优势地位。2012 年，Dassault Systemes 推出了全新的 CATIA V6 平台。但作为经典的 CATIA 版本——CATIA V5 在国内外仍然拥有较多的用户，并且已经过渡到 V6 版本的用户仍然需要在内部或外部继续使用 V5 版本进行团队协同工作。为了使 CATIA 各版本之间具有高度兼容性，Dassault Systemes 随后推出了 CATIA V5-6 版本，对现有 CATIA V5 的功能系统进行加强与更新，同时用户还能够继续与使用 CATIA V6 的内部各部门、客户和供应商展开无缝协作。

本书全面、系统地介绍了 CATIA V5-6R2016 的曲面设计方法和技巧，其特色如下：

- 内容全面，与其他的同类书籍相比，包括更多的 CATIA 曲面设计内容。
- 范例丰富，对软件中的主要命令和功能，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、灵活运用。
- 讲解详细，条理清晰，保证自学的读者能独立学习书中介绍的 CATIA 曲面功能。
- 写法独特，采用 CATIA V5-6R2016 软件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 1 张多媒体 DVD 学习光盘，制作了大量 CATIA 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，可以帮助读者轻松、高效地学习。

本书由北京兆迪科技有限公司编著，参加编写的人员有詹友刚、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、段进敏、赵枫、邵为龙、侯俊飞、龙宇、施志杰、詹棋、高政、孙润、李倩倩、黄红霞、尹泉、李行、詹超、尹佩文、赵磊、王晓萍、陈淑童、周攀、吴伟、王海波、高策、冯华超、周思思、黄光辉、党辉、冯峰、詹聪、平迪、管璇、王平、李友荣。本书难免存在疏漏之处，恳请广大读者予以指正。

电子邮箱：zhanygjames@163.com　咨询电话：010-82176248，010-82176249。

编　者

读者购书回馈活动

活动一：本书“随书光盘”中含有本书“读者意见反馈卡”的电子文档，请认真填写本反馈卡，并 E-mail 给我们。E-mail: 兆迪科技 zhanygjames@163.com，丁锋 fengfener@qq.com。

活动二：扫一扫右侧二维码，关注兆迪科技官方公众微信（或搜索公众号 zhaodikeji），参与互动，也可进行答疑。

凡参加以上活动，即可获得兆迪科技免费奉送的价值 48 元的在线课程一门，同时有机会获得价值 780 元的精品在线课程。在线课程网址见本书“随书光盘”中的“读者意见反馈卡”的电子文档。

本 书 导 读

为了能更好地学习本书的知识，请您仔细阅读下面的内容。

读者对象

本书可作为工程技术人员的 CATIA V5-6R2016 自学入门与提高指南，也可作为大中专院校的学生和各类培训学校学员的 CATIA V5-6R2016 课程上课或上机练习教材。

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 CATIA V5-6R2016。

光盘使用

为方便读者练习，特将本书所有的学习素材文件、练习文件、实例文件等放入随书附赠的光盘中，读者在学习过程中可以打开这些实例文件进行操作和练习。

本书附赠多媒体 DVD 光盘 1 张，建议读者在学习本书前，先将光盘中的所有文件复制到计算机硬盘的 D 盘中。在 D 盘上 cat2016.8 目录下共有 3 个子目录。

（1）drafting 子目录：包含系统配置文件。

（2）work 子目录：包含本书的全部已完成的实例文件。

（3）video 子目录：包含本书讲解的视频文件（含语音讲解）。读者学习时，可在该子目录中按顺序查找所需的视频文件。

光盘中带有“ok”扩展名的文件或文件夹表示已完成的范例。

建议读者在学习本书前，先将随书光盘中的所有文件复制到计算机硬盘的 D 盘中。

相比于老版本的软件，CATIA V5-6R2016 在功能、界面和操作上变化极小，经过简单的设置后，几乎与老版本完全一样（书中已介绍设置方法）。因此，对于软件新老版本操作完全相同的内容部分，光盘中仍然使用老版本的视频讲解，对于绝大部分读者而言，并不影响软件的学习。

本书约定

- 本书中有关鼠标操作的简略表述说明如下。
  - ☑ 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。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

☑ 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样条曲线操作步骤的表述：

  Step1. 选择命令。选择下拉菜单 插入(I) → 轮廓(P) → 样条(S) → 样条线 命令。

  Step2. 定义样条曲线的控制点。单击一系列点，可观察到一条“橡皮筋”样条附着在鼠标指针上。

  Step3. 按两次 Esc 键结束样条线的绘制。

  ☑ 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，（1）子操作下可能包含①、②、③等子操作，①子操作下可能包含 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 操作下则可包含 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，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

本书由北京兆迪科技有限公司编著，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 CATIA、Ansys 和 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　光滑曲面造型技巧 6
1.5　CATIA 曲面模块简介 7
1.6　CATIA V5-6 曲面模块的特点 9
第 2 章　线框的构建 10
2.1　概述 10
2.2　点的创建 11
2.2.1　一般点的创建 11
2.2.2　点复制 20
2.2.3　极值点的创建 22
2.2.4　极坐标极值定义 23
2.3　线的创建 24
2.3.1　直线 24
2.3.2　轴线 32
2.3.3　折线 35
2.3.4　圆 36
2.3.5　圆角 44
2.3.6　连接曲线 46
2.3.7　二次曲线 49
2.3.8　样条线 50
2.3.9　螺旋线 51
2.3.10　螺线 53
2.3.11　脊线 54
2.3.12　等参数曲线 56
2.3.13　投影 58
2.3.14　混合 60
2.3.15　反射线 60
2.3.16　相交 62
2.3.17　平行曲线 64
2.3.18　3D 曲线偏移 65
2.4　平面的创建 66
2.4.1　偏移平面 67
2.4.2　平行通过点 67
2.4.3　平面的角度/垂直 68
2.4.4　通过 3 个点 69
2.4.5　通过两条直线 70
2.4.6　通过点和直线 71
2.4.7　通过平面曲线 71
2.4.8　曲线的法线 72

2.4.9 曲面的切线 73
2.4.10 方程式 73
2.4.11 平均通过点 74
第 3 章 简单曲面的创建 76
3.1 概述 76
3.2 拉伸曲面 76
3.3 旋转曲面 77
3.4 球面 78
3.5 圆柱面 79
第 4 章 复杂曲面设计 81
4.1 偏移曲面 81
4.1.1 一般偏移曲面 81
4.1.2 可变偏移曲面 83
4.1.3 粗略偏移曲面 84
4.2 扫掠曲面 85
4.2.1 显示扫掠 85
4.2.2 直线式扫掠 90
4.2.3 圆式扫掠 98
4.2.4 二次曲线式扫掠 105
4.3 适应性扫掠曲面 108
4.4 填充曲面 110
4.5 创建多截面曲面 111
4.6 创建桥接曲面 112
第 5 章 曲线与曲面的编辑 114
5.1 接合曲面 114
5.2 修复曲面 115
5.3 取消修剪曲面 117
5.4 拆解 118
5.5 分割 119
5.6 修剪 121
5.7 边/面的提取 122
5.7.1 提取边界 122
5.7.2 提取曲面 123
5.7.3 多重提取 124
5.8 平移 125
5.9 旋转 126
5.10 对称 127
5.11 缩放 128
5.12 仿射 128
5.13 定位变换 129
5.14 外插延伸 130
5.15 反转方向 131
5.16 近接 132
5.17 将曲面转化为实体 133
5.17.1 使用“封闭曲面”命令创建实体 133
5.17.2 使用“分割”命令创建实体 134
5.17.3 使用“厚曲面”命令创建实体 134
第 6 章 曲面中的圆角 136
6.1 概述 136

6.2 简单圆角 136
6.3 一般倒圆角 138
6.4 可变圆角 140
6.5 面与面的圆角 142
6.6 三切线内圆角 143
第 7 章 自由曲面设计 144
7.1 概述 144
7.2 曲线的创建 144
7.2.1 概述 144
7.2.2 3D 曲线 144
7.2.3 在曲面上的空间曲线 148
7.2.4 投影曲线 149
7.2.5 桥接曲线 150
7.2.6 样式圆角 151
7.2.7 匹配曲线 152
7.3 曲面的创建 153
7.3.1 概述 153
7.3.2 缀面 154
7.3.3 在现有曲面上创建曲面 155
7.3.4 拉伸曲面 156
7.3.5 旋转曲面 157
7.3.6 偏移曲面 158
7.3.7 外插延伸 160
7.3.8 桥接 161
7.3.9 样式圆角 163
7.3.10 填充 165
7.3.11 自由填充 166
7.3.12 网状曲面 168
7.3.13 扫掠曲面 169
7.4 曲线与曲面操作 171
7.4.1 断开 171
7.4.2 取消修剪 173
7.4.3 连接 173
7.4.4 分割 174
7.4.5 曲线/曲面的转换 175
7.4.6 复制几何参数 177
7.5 曲面修改与变形 178
7.5.1 概述 178
7.5.2 控制点调整 178
7.5.3 匹配曲面 182
7.5.4 外形拟合 185
7.5.5 全局变形 186
7.5.6 扩展 188
第 8 章 曲线和曲面的信息与分析 190
8.1 曲线的分析 190
8.1.1 曲线的曲率分析 190
8.1.2 曲线的连续性分析 191
8.2 曲面的分析 193
8.2.1 曲面的曲率分析 193
8.2.2 曲面的连续性分析 196

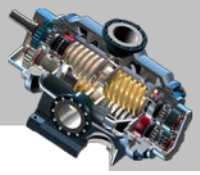
8.2.3 曲面的拔模分析 198
8.2.4 曲面的距离分析 200
8.2.5 切除面分析 204
8.2.6 反射线分析 206
8.2.7 衍射线分析 207
8.2.8 强调线分析 208
8.2.9 映射分析 209
8.2.10 斑马线分析 210

第 9 章 自顶向下设计 213
9.1 自顶向下设计概述 213
9.2 自顶向下设计的一般过程 213
9.2.1 创建一级控件 215
9.2.2 创建二级控件 219
9.2.3 创建 U 盘上盖 222
9.2.4 创建 U 盘下盖 225
9.2.5 创建 U 盘顶盖 228

第 10 章 产品的逆向设计 232
10.1 逆向工程技术概述 232
10.1.1 概念 232
10.1.2 逆向工程设计前的准备工作 233
10.1.3 CATIA V5-6R2016 逆向设计简介 233
10.2 点云处理 233
10.2.1 点云数据的加载和输出 234
10.2.2 编辑点云 237
10.2.3 对齐点云 243
10.2.4 点云分析 249
10.3 点云网格化 253
10.3.1 创建网格面 253
10.3.2 偏移网格面 255
10.3.3 粗略偏移 255
10.3.4 翻转边线 257
10.3.5 平顺网格面 257
10.3.6 修补网格面 258
10.3.7 创建三角面 260
10.3.8 降低网格密度 261
10.3.9 优化网格 262
10.3.10 合并网格面 263
10.3.11 分割网格面 264
10.3.12 修剪/分割 265
10.3.13 平面上投影 267
10.4 创建曲线 268
10.4.1 3D 曲线 268
10.4.2 在网格面上绘制曲线 269
10.4.3 离散点云创建曲线 270
10.4.4 投影曲线 271
10.4.5 截面曲线 273
10.5 快速曲面重建 275
10.5.1 曲线分割 275
10.5.2 校正连接点 277
10.5.3 整理轮廓 277

10.5.4 曲线网格 278
10.5.5 拟合基础曲面 279
10.5.6 强制拟合曲面 281
10.5.7 曲面网格 282
10.5.8 自动曲面 283
10.6 范例——电吹风机的逆向造型设计 285
第 11 章 曲面设计综合范例 298
11.1 曲面设计范例——水嘴旋钮 298
11.2 自由曲面设计范例——概念机箱 306
11.3 曲面设计范例——电话机面板 319
11.4 自由曲面设计范例——遥控手柄 332
11.5 曲面设计范例——洗发水瓶 352

需要全本请访问 www.ertongbook.com



第 1 章 曲面设计概要

本章提要 随着时代的进步，人们的生活水平和生活质量都在不断地提高，追求完美日益成为时尚。对消费产品来说，人们在要求其具有完备的功能外，越来越追求外形的美观。因此，产品设计者在很多时候需要用复杂的曲面来表现产品外观。本章将针对曲面设计进行概要性讲解，主要内容包括曲面设计的发展概况、曲面设计的基本方法和 CATIA 所有曲面应用模块简介。

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、显示以及分析等。

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。

随着计算机图形技术以及工业制造技术的不断发展，曲面造型在近几年又得到了长足的发展，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广泛的运用。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和流曲线曲面造型方法等。

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进步，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 4 个位置矢量 Q0、Q1、Q2 和 Q3 定义的曲线。通常将 Q0，Q1……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起点和终点的切线方向，其他折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。

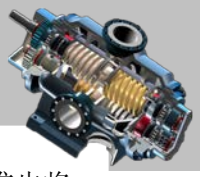
B 样条曲线与特征多边形十分接近，同时便于局部修改。与 Bezier 曲面生成过程相似，由 B 样条曲线可很容易地推广到 B 样条曲面。

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。具体解释如下。

- Non-Uniform（非统一）：指一个控制顶点的影响力的范围能够改变。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，同时也可方便地转换对应的 Bezier 曲面，

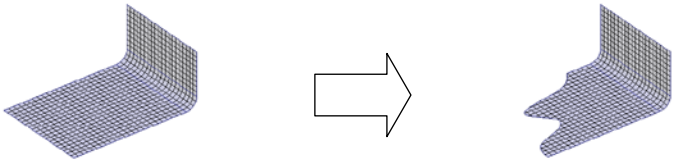


因此 NURBS 方法已成为曲线和曲面建模中最为流行的技术。STEP 产品数据交换标准也将非均匀有理 B 样条（NURBS）作为曲面几何描述的唯一方法。

4．NURBS 曲面的特性及曲面连续性定义

（1）NURBS 曲面的特性。NURBS 用数学方法来描述形体，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 1.2.1a 和图 1.2.1b 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。



a）剪切前　　b）剪切后

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：

- G0 意味着两个对象相连或两个对象的位置是连续的。
- G1 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。
- G2 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。
- G3 意味着两个对象光滑连接，三阶微分连续。
- G*n* 的连续性是独立于表示（参数化）的。

1.3　曲面造型方法

曲面造型的方法有多种，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 1.3.1b 所示。

2．直纹面

将两条形状相似且具有相同次数和相同节点矢量的曲线上的对应点用直线段相连，便构成直纹面，如图 1.3.2b 所示。圆柱面和圆锥面其实都是直纹面。

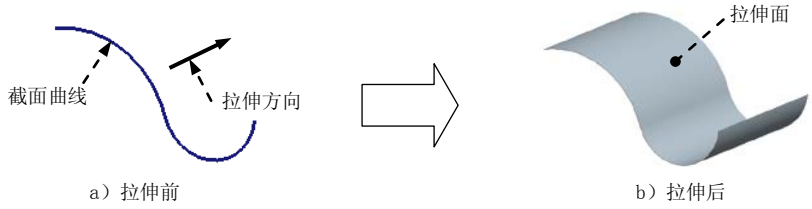


图 1.3.1　拉伸面



图 1.3.2　直纹面

当构成直纹面的两条边界曲线具有不同的阶数和不同的节点时，需要首先将次数或节点数较低的一条曲线通过升阶、插入节点等方法，提高到与另一条曲线相同的次数或节点数，再创建直纹面。另外，构成直纹面的两条曲线的走向必须相同，否则曲面将会出现扭曲。

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 1.3.3b 所示。

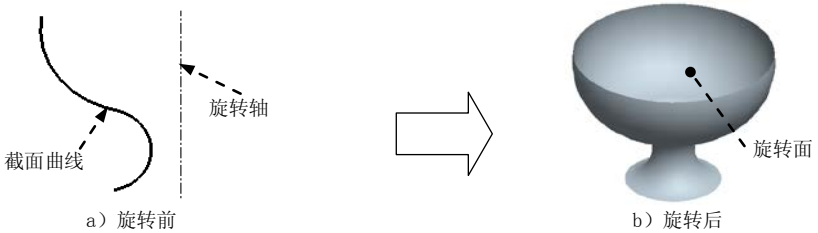


图 1.3.3　旋转面

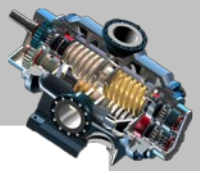
4．扫描面

将截面曲线沿着轨迹曲线扫描而形成的曲面称为扫描面，如图 1.3.4b 所示。

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

5．混合面

混合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的曲面，



如图 1.3.5b 所示。

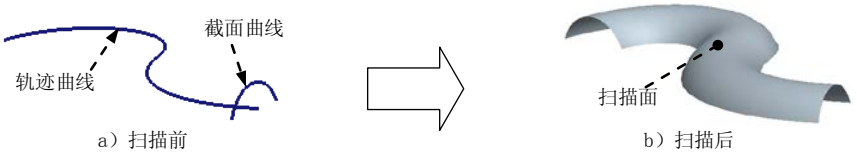


图 1.3.4 扫描面

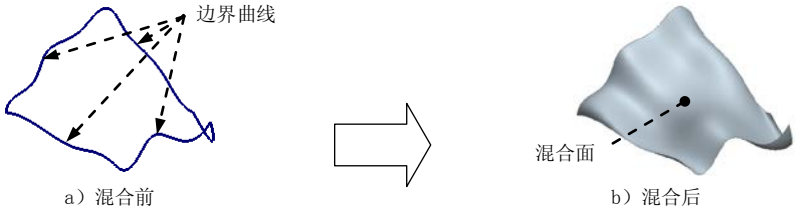


图 1.3.5 混合面

6．网格曲面

网格曲面是在两组相互交叉、形成一张网格骨架的截面曲线上生成的曲面。网格曲面生成的思想是首先构造出曲面的特征网格线（U 线和 V 线），比如，用曲面的边界线和曲面的截面线来确定曲面的初始骨架形状，然后用自由曲面插值特征网格生成曲面，如图 1.3.6b 所示。

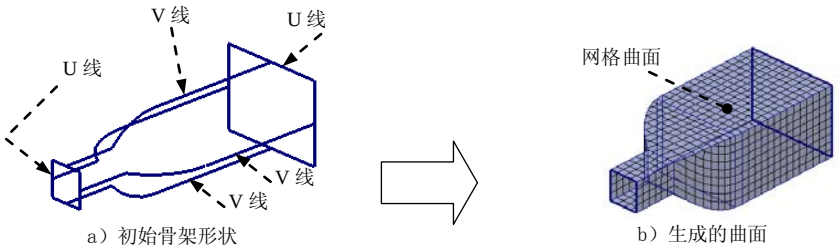


图 1.3.6 网格曲面

由于骨架曲线采用不同方向上的两组截面线形成一个网格骨架，控制两个方向的变化趋势，使特征网格线能基本上反映出设计者想要的曲面形状，在此基础上，插值网格骨架生成的曲面必将满足设计者的要求。

7．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的曲面，如图 1.3.7b 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，往往需要确定一个曲面的偏距曲面。

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。

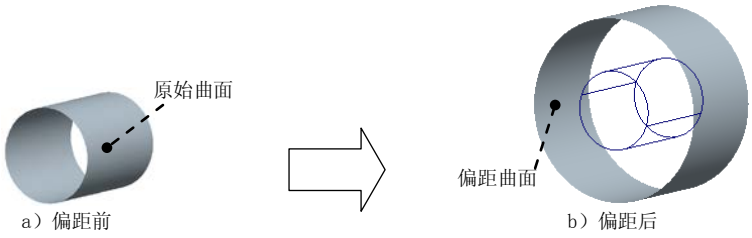


图 1.3.7　偏距曲面

1.4　光滑曲面造型技巧

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，从理论上看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，下面我们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，往往用一张曲面去描述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，然后再将它们合并在一起，或用过渡面进行连接。当今的三维 CAD 系统中的曲面几乎都是定义在四边形域上的。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 4 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曲线曲率要大于将进行圆角过渡的半径值。

在创建步骤上，首先利用投影、插补和光滑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，从而实现交互式的曲线修改，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，以达到使曲面光滑的目的。

需要全本请访问 www.ertongbook.com