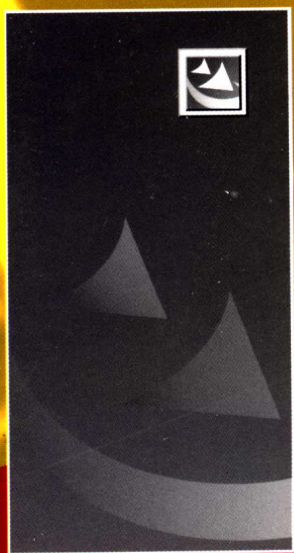


CAD工业设计实例与技巧丛书



Pro / ENGINEER Wildfire

工业造型设计

于华民 谭 笛 编著

国防工业出版社

<http://www.ndip.cn>

CAD 工业设计实例与技巧丛书

Pro/ENGINEER Wildfire 工业造型设计

于华民 谭 笛 编著

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

Pro/ENGINEER Wildfire 工业造型设计/于华民,谭
笛编著. —北京:国防工业出版社,2004.1

(CAD 工业设计实例与技巧丛书)

ISBN 7-118-03261-1

I.P... II.①于...②谭... III. 工业设计:造型
设计:计算机辅助设计—应用软件,Pro/Engineer Wil-
dfire IV.TB47-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 087341 号

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京奥隆印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 18 413 千字

2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月北京第 1 次印刷

印数:1—3 000 册 定价:24.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

前 言

参数科技公司 (Parametric Technology Corporation, 简称 PTC) 是全球最大的 CAD/CAM 软件供应商, 其提出的参数化技术被称为 CAD 技术发展史上的第三次技术革命, 该公司 1988 年推出实体参数化设计软件 Pro/ENGINEER 三维造型系统, 在全世界受到人们的广泛接受。Pro/ENGINEER 的内容博大精深, 功能涉及平面工程制图、三维造型、求逆运算、加工制造、机构仿真、有限元分析、NC 加工和数据管理等, 作为目前用户最多的三维造型软件已被广泛应用于机械、模具、汽车、航空、家电和玩具等工业造型设计、制造领域。

最新的 Pro/ENGINEER Wildfire 版本延续了旧版本的参数化建模、模型、图纸全相关、基于特征的实体建模等特点; 充分考虑用户的操作习惯, 改进了软件的界面风格, 使之更符合 Windows 规范; 智能化的操作环境, 减少了操作的步骤, 提高了工作效率; 新增嵌入式网络浏览器使用户可以在操作过程中连接到各相关网站, 及时获取最新资讯。

本书以最新的 Pro/ENGINEER Wildfire 作为演示平台, 通过大量实例, 由浅入深地介绍了使用 Pro/ENGINEER Wildfire 进行工业造型的具体操作步骤。全书共分 8 章, 主要包括以下内容。

(1) 工业造型基础概念。第 1 章介绍工业造型基础概念, 使读者了解工业造型的种类。

(2) Pro/ENGINEER Wildfire 系统简介。第 2 章介绍 Pro/ENGINEER Wildfire 系统的操作界面、简单文件操作和自定义系统配置的方法, 通过该章的学习, 读者能熟悉 Pro/ENGINEER Wildfire, 克服对专业软件的恐惧心理, 为下一步的学习打下基础。

(3) Pro/ENGINEER Wildfire 基础造型方法。第 3 章由浅入深地讲解了使用 Pro/ENGINEER Wildfire 进行二维草图的绘制和几种基础三维实体的创建方法, 通过该章的学习, 读者迅速掌握 Pro/ENGINEER Wildfire 的操作, 能独立完成简单三维造型的创建工作。

(4) Pro/ENGINEER Wildfire 关系和基准的建立。第 4 章介绍了进行较复杂工业造型所必须掌握的实体关系的建立和基准点、线、面的生成方法, 为下一步学习较复杂工业造型打下基础。

(5) Pro/ENGINEER Wildfire 特征编辑。第 5 章介绍对三维特征的修改、复制、阵列等编辑操作的方法, 通过该章的学习, 读者能掌握实体编辑方法, 可以进行较复杂的造型设计。

(6) 二维工程图生成。第 6 章介绍利用三维实体模型生成二维工程图的方法, 通过该章的学习, 读者能完成专业工程图纸的生成。至此, 读者能独立完成单个三维实体的造型、修改和图纸生成的全过程。

(7) 模型的装配, 爆炸图的生成。第 7 章介绍模型的装配方法、装配件的爆炸图生成以及一些高级装配操作, 通过该章的学习, 读者能独立完成装配组合造型的设计任务。

(8) 复杂工业造型实例。第 8 章介绍了衣夹和手机壳体两个复杂工业造型实例, 通过该章的学习, 读者能综合运用前几章中所学的知识和技能完成复杂工业造型任务。

本书由长期从事工业造型及专业三维设计人员历经数月时间编著而成, 倾注作者的大量心血, 希望对读者能有切实的帮助。此外, 由于个人水平及理解能力有限, 难免有不足之处, 希望读者和同仁不吝赐教, 并通过 E-Mail 地址 Lee202wd@163.com 联系, 最后感谢您购买本书。

目 录

第 1 章 工业立体造型基础	1
1.1 线框造型与工业造型	1
1.2 曲面造型	2
1.2.1 平面(Flat)	2
1.2.2 拉伸曲面(Extrude)	2
1.2.3 旋转曲面(Revolve)	3
1.2.4 扫描曲面(Sweep)	4
1.2.5 混成曲面(Blend)	5
1.2.6 边界曲面(Bound)	6
1.2.7 曲面编辑	6
1.3 实体造型	6
1.3.1 拉伸实体(Extrude)	6
1.3.2 旋转实体(Revolve)	7
1.3.3 扫描实体(Sweep)	8
1.3.4 混成实体(Blend)	8
1.3.5 实体编辑	9
第 2 章 初识 Pro/ENGINEER Wildfire	10
2.1 Pro/ENGINEER Wildfire 概述	10
2.1.1 简介	10
2.1.2 Pro/ENGINEER Wildfire 的启动	10
2.2 Pro/ENGINEER Wildfire 的主界面	12
2.2.1 Pro/ENGINEER Wildfire 的主菜单	12
2.2.2 Pro/ENGINEER Wildfire 的工具栏	13
2.2.3 Pro/ENGINEER Wildfire 的绘图主窗口	14
2.2.4 Pro/ENGINEER Wildfire 的引导区	15
2.2.5 Pro/ENGINEER Wildfire 的信息栏和状态栏	15
2.2.6 Pro/ENGINEER Wildfire 嵌入网络浏览器	16
2.3 Pro/ENGINEER Wildfire 的简单文件操作	16
2.3.1 设置当前工作目录	16
2.3.2 新建文件	17
2.3.3 打开文件	18

2.3.4	存储文件	19
2.3.5	删除文件	21
2.4	自定义 Pro/ENGINEER Wildfire 操作环境	23
2.4.1	Pro /ENGINEER Wildfire 环境设置	23
2.4.2	模型与基准显示设置	27
2.4.3	定义热键	31
2.4.4	系统配置(Preferences)	33
2.4.5	设置系统显示颜色	36
2.4.6	自定义界面	40
第 3 章	基础工业造型入门	45
3.1	参数化二维草图绘制	45
3.1.1	基本概念	45
3.1.2	草图中的尺寸和约束	46
3.1.3	草绘工具及其使用	47
3.1.4	草图绘制小技巧	60
3.2	基础三维实体建模方法	61
3.2.1	三维建模的基本步骤	61
3.2.2	拉伸实体特征建模	64
3.2.3	旋转实体特征建模	70
3.2.4	扫描实体特征建模	73
3.2.5	混成实体特征建模	74
3.3	三维实体的放置特征	79
3.3.1	孔特征生成	79
3.3.2	圆角特征生成	82
3.3.3	倒角特征生成	85
3.3.4	抽壳特征生成	89
3.3.5	拔模斜度特征生成	92
3.3.6	加强筋实体特征生成	94
第 4 章	工业造型中的关系与基准	97
4.1	设计直径与高的比为 2:1 的圆柱体模型	97
4.2	查看尺寸关系	100
4.3	尺寸关系的编辑	101
4.4	尺寸关系建立后的尺寸数值修改	102
4.5	尺寸之间的关系类型	103
4.6	条件关系的建立	103
4.7	基准点的建立	105
4.7.1	由现有的面、线创建基准点	106
4.7.2	在平面上草绘基准点	108
4.7.3	根据三维坐标创建基准点	110

4.7.4	在一定范围内创建基准点	111
4.8	基准轴线的建立	112
4.8.1	创建垂直于某平面的基准轴线	112
4.8.2	在两点之间创建基准轴线	113
4.9	基准曲线的建立	113
4.9.1	创建经过空间点的基准曲线	114
4.9.2	利用方程创建基准曲线	116
4.9.3	扭曲方式创建基准曲线	118
4.10	测量分析	120
4.10.1	空间曲线长度的测量	120
4.10.2	两空间点之间距离的测量	121
4.10.3	两空间点之间连线的投影线段长度的测量	122
4.10.4	角度的测量	123
4.10.5	曲面表面积的测量	123
第5章	工业造型中的特征编辑	125
5.1	特征修改	125
5.2	特征重新定义	127
5.3	特征复制	129
5.3.1	特征拷贝	129
5.3.2	特征镜像复制	133
5.4	特征阵列复制	135
5.4.1	尺寸阵列	135
5.4.2	列表阵列	140
5.4.3	参考阵列	143
5.4.4	填充阵列	144
5.5	特征群组	147
5.6	实体特征缩放	150
5.7	特征的着色与视图的设置	152
5.7.1	模型色彩、灯光设置	152
5.7.2	透视视图设置操作	158
第6章	工业造型的工程图生成	160
6.1	图纸设置	160
6.2	标题栏的创建	164
6.3	简单视图生成	167
6.4	剖面图生成	171
6.5	尺寸的标注	173
第7章	装配件的创建与爆炸图的生成	176
7.1	装配件的建立	176
7.1.1	新建装配文件	176

7.1.2 加入部件	177
7.2 生成爆炸图	183
7.3 高级装配功能	184
7.3.1 装配件的复制、阵列操作	184
7.3.2 骨架装配	187
第8章 复杂工业造型与设计实例	196
8.1 衣夹造型设计	196
8.1.1 公夹板造型	197
8.1.2 母夹板造型	208
8.1.3 弹簧夹造型	211
8.1.4 衣夹的装配	219
8.2 逆序设计法设计时尚手机	225
8.2.1 手机整体造型	227
8.2.2 手机上盖造型生成	240
8.2.3 手机下壳体的生成	259
8.2.4 翻盖造型生成	262
8.2.5 手机装配图生成	272

第 1 章 工业立体造型基础

根据对造型描述的元素种类，目前工业三维造型中所使用的方法大致分为三种，分别为线框造型、曲面造型和实体造型。这三种造型方式共存互补。目前好的三维造型软件均包含这三种造型，以便能够发挥每种造型的优势，清晰准确地表达设计者的意图。

1.1 线框造型与工业造型

线框造型是三维立体造型中应用最早的方法，它通过点、直线、圆弧、曲线等基本图形元素来构成空间框架，如图 1.1 所示。

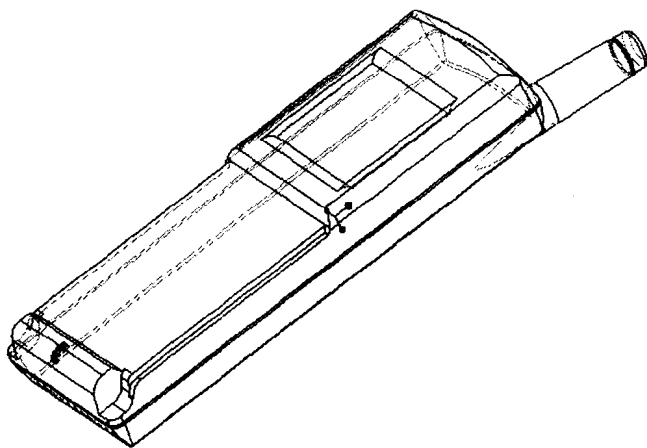


图 1.1 线框造型

线框造型具有结构简单、易于理解、数据存储量少、操作灵活和响应速度快的特点，是进一步构造曲面造型和实体造型的基础。但是通过线框造型所建立起来的模型不是实体，只能表达基本的几何信息，不能有效地表达几何数据间的拓扑关系，也不能直接对图形进行剖切、消隐、明暗处理、着色、物性分析、干涉检测等操作。

线框造型可以通过绘图来生成，也可通过已生成的曲面造型和实体造型来自动生成。在工业造型中，线框造型是经常用到的，例如在进行线切割时，必须知道所切割的产品的外形轮廓，这时往往使用线框造型来表现。

线框造型的基本生成方法有如下几种。

(1) 用离散的三维 (x,y,z) 坐标点来生成点或端点, 然后用直线将它们连结起来, 构成线框模型。

(2) 用已知空间直线或曲线方程式来生成线框模型。

1.2 曲面造型

曲面造型是用曲面来表达物体形状的造型方法。与线框造型相比, 曲面造型增加了有关边信息以及表面特征、棱边的连接方向等内容, 可进行面与面求交、消隐、明暗处理和渲染等操作。

曲面造型的方法主要有平面、拉伸曲面、旋转曲面、扫描曲面、混成曲面和边界曲面等, 下面分别介绍各种曲面的生成情况。

1.2.1 平面 (Flat)

平面在数学中的定义是没有边界的, 而现实的产品是有边界的, 因此, 三维造型中的平面也是有边界的。通常, 平面是最简单的一种曲面造型, 平面可以由两条相交的直线形成, 也可以由两条平行线构成, 如图 1.2 所示。

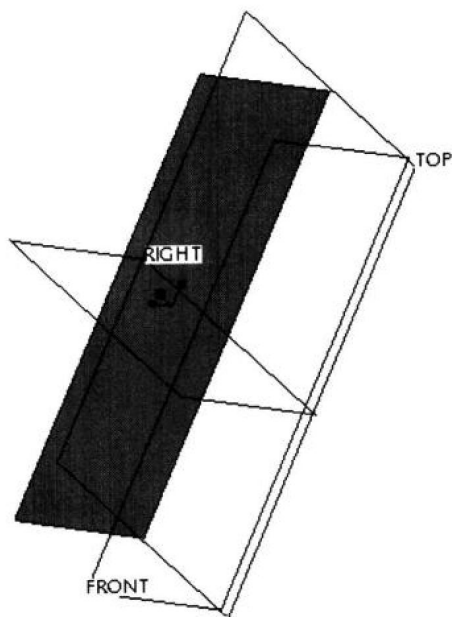


图 1.2 平面造型

1.2.2 拉伸曲面 (Extrude)

拉伸曲面是指一条直线或曲线沿其垂直于绘图平面的一个或相对两个方向拉伸所形成的曲面, 如图 1.3 所示。平面可以认为是拉伸曲面最特殊的情况。

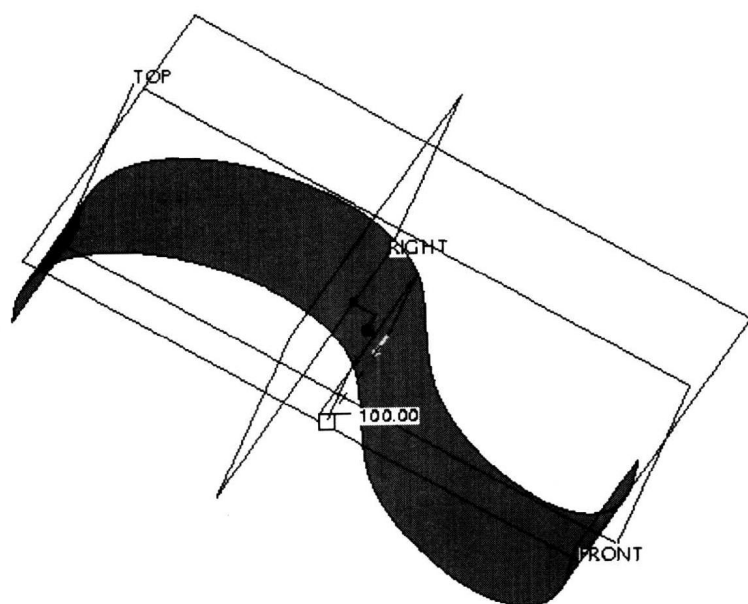


图 1.3 拉伸曲面

1.2.3 旋转曲面 (Revolve)

旋转曲面是指一条直线或曲线围绕一个中心轴，按特定的角度旋转所形成的曲面，如图 1.4 所示。

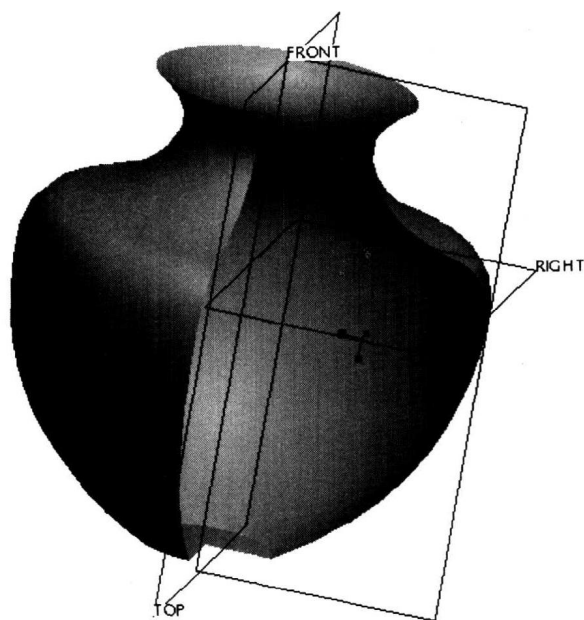


图 1.4 旋转曲面

1.2.4 扫描曲面 (Sweep)

扫描曲面是指空间中一直线或曲线沿某一直线或曲线路径平动所扫过的曲面。扫描曲面有很多种，有等截线扫描曲面，即固定直线或曲线沿某一条直线或曲线路径扫描所形成的曲面，如图 1.5 所示；也有变截线扫描曲面，即变化的直线或曲线沿一条直线或曲线路径扫描所形成的曲面，如图 1.6 所示。

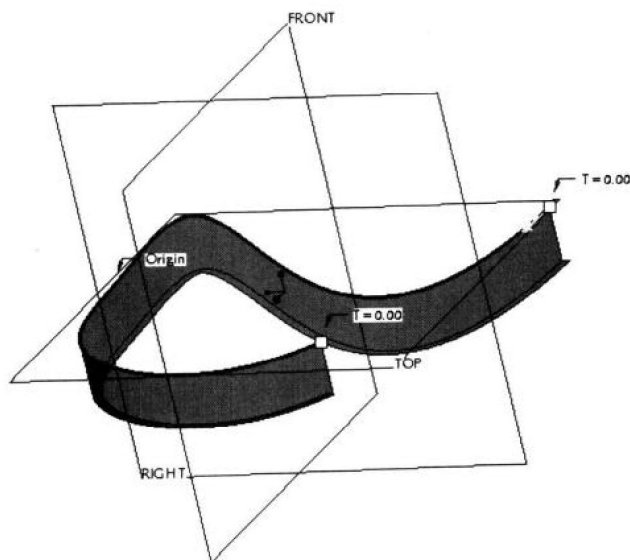


图 1.5 等截线扫描曲面

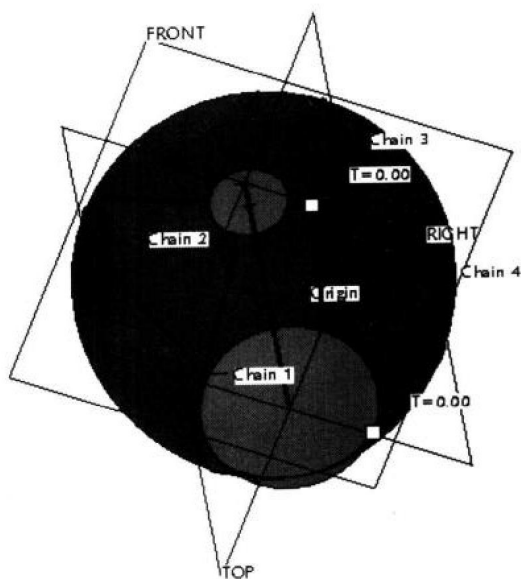


图 1.6 变截线扫描曲面

1.2.5 混成曲面 (Blend)

混成曲面是指由一系列直线或曲线串连所形成的曲面，混成曲面根据其数学特点可以分为直线过渡型（如图 1.7 所示）和曲线过渡型（如图 1.8 所示）。

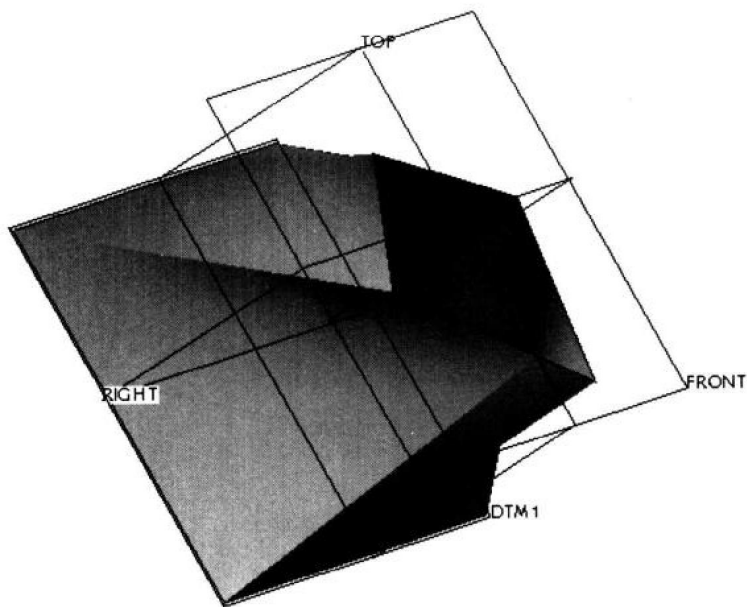


图 1.7 直线过渡型混成曲面

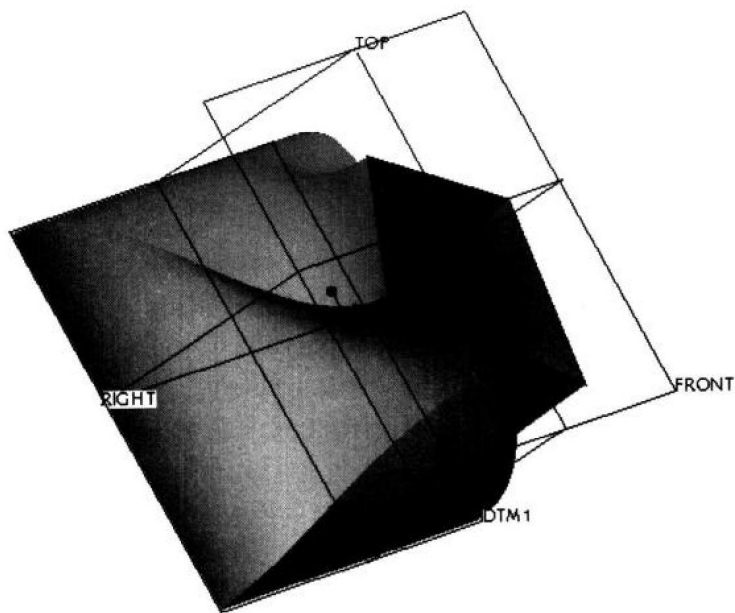


图 1.8 曲线过渡型混成曲面

1.2.6 边界曲面 (Bound)

边界曲面是指由四条或多条互相相连的边界曲线所构成的曲面,如图 1.9 所示。边界曲面的构成非常灵活,也是比较常用的一种曲面构成方法。

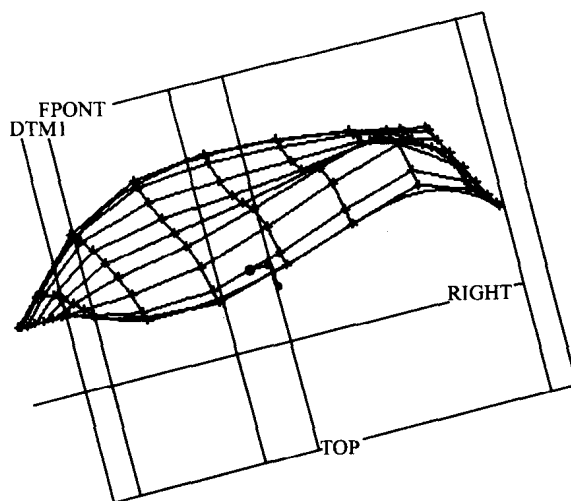


图 1.9 边界曲面

1.2.7 曲面编辑

除了以上的几种曲面造型生成的方法,曲面的编辑方式在曲面造型设计中也是非常重要的,曲面可以进行复制 (Copy)、合并 (Merge)、移动 (Move)、旋转 (Rotate)、偏置 (Offset)、修剪 (Trim) 等操作。

总之,曲面造型是三维造型方式中较灵活、复杂的,掌握了曲面造型的方法,即可成为三维造型中的高手了。

1.3 实体造型

实体造型是指在计算机内提供了对物体完整的几何和拓扑定义,直接进行三维造型设计的方法。它所产生的实体模型,是一个完全意义上的几何实体模型,可以对模型进行质量、质心、惯性矩等实际物理量的计算。也可进行实体与实体求交消隐、明暗、渲染等处理。

实体造型的方法与实际生活中所接触的物体非常接近,如可以对实体进行切削、填补等加工,因此,目前大多数的三维造型软件都以实体造型为基本造型手段。

实体造型的基本方法有拉伸实体 (Extrude)、旋转实体 (Revolve)、扫描实体 (Sweep) 和混成实体 (Blend) 等,下面分别介绍各种实体的生成方法。

1.3.1 拉伸实体 (Extrude)

拉伸实体是指封闭外形线沿其垂直于绘图平面方向单向或双向拉伸所形成的实体,如图 1.10 所示。

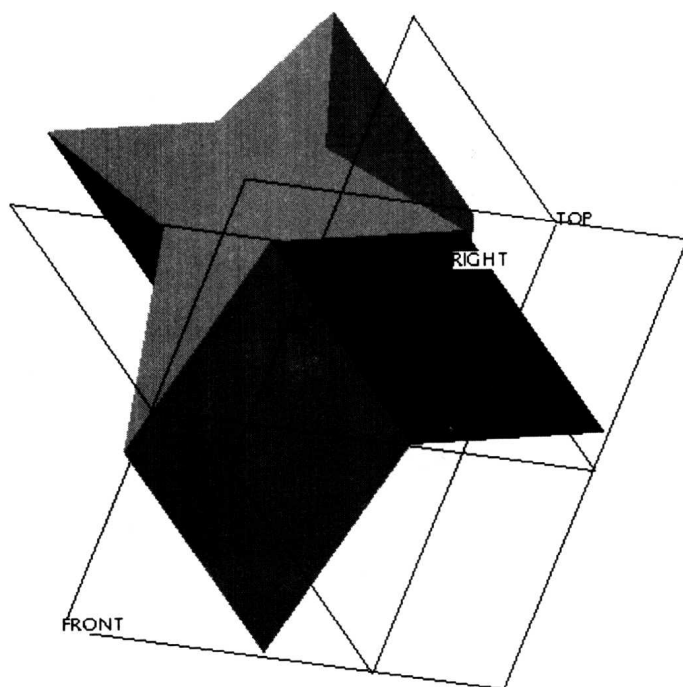


图 1.10 拉伸实体

1.3.2 旋转实体 (Revolve)

旋转实体是指封闭外形线围绕一中心轴，旋转一特定角度所形成的实体，如图 1.11 所示。

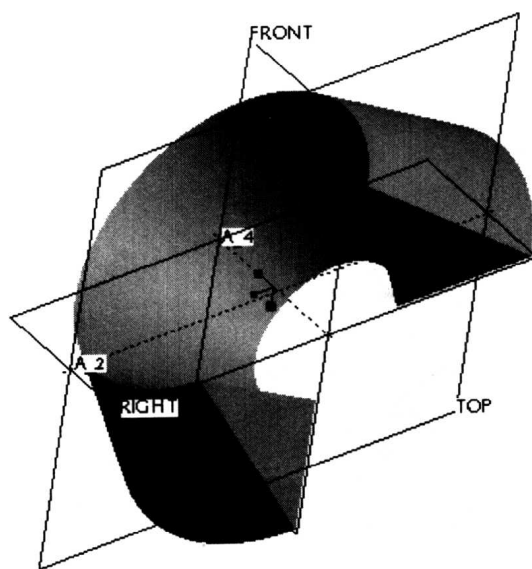


图 1.11 旋转实体

1.3.3 扫描实体 (Sweep)

扫描实体是指一封闭外形线沿某一直线或曲线路径扫描所形成的实体，如图 1.12 所示。拉伸实体和旋转实体都是特殊的扫描实体形式。

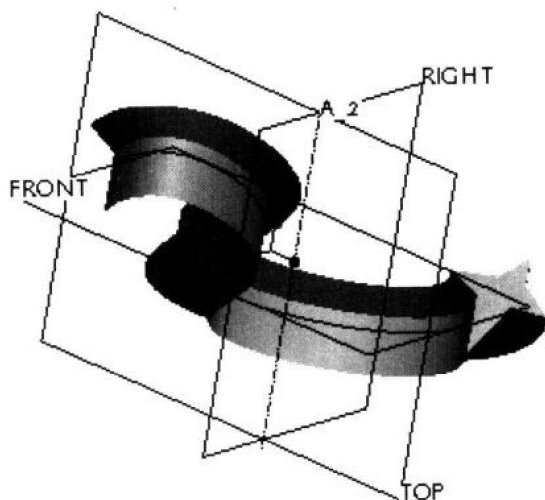


图 1.12 扫描实体

1.3.4 混成实体 (Blend)

混成实体是指由一系列相同段数的封闭外形线所形成的实体，混成实体根据其数学特点，有直线过渡型（如图 1.13 所示）以及曲线过渡型（如图 1.14 所示）。

对于实体造型来说，除了这些最基本的造型方法以外，不同的三维造型设计软件都有其各自的特点，这些可以在具体的软件使用中慢慢体会。

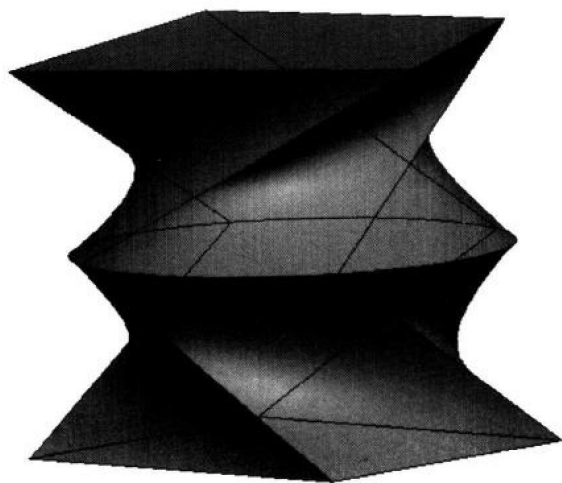


图 1.13 直线过渡型混成实体