



Pro/ENGINEER 工程师之路丛书

Pro/ENGINEER Wildfire

曲面设计

周四新 和青芳 编著



机械工业出版社
China Machine Press

Pro/ENGINEER 工程师之路

Pro/ENGINEER Wildfire 曲面设计

周四新 和青芳 编著



机械工业出版社

本书以 Pro/ENGINEER Wildfire 软件作为操作平台,分 9 章讲述基本曲面造型方法、高级曲面造型方法、曲面编辑与修改、在曲面中倒圆角、ISDX-交互式曲面设计、曲面模型与实体模型的关系、曲面翘曲(WARP)、在装配模型中使用曲面、产品造型设计实例等诸多内容。此外,在配书光盘中包括了学习本书所需的所有练习文件。

本书突出实用性、知识的系统性与新颖性,使读者轻松掌握曲面造型的方法与技巧。

本书内容丰富、讲解翔实、范例典型实用,适于学习三维设计的读者,也适于 Pro/ENGINEER 老用户学习新版软件使用。

本书可作为各类中、高等院校、美术学院相关专业的教材或教学参考书,也可作为社会相关培训中心的教材或自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

Pro/ENGINEER Wildfire 曲面设计/周四新,和青芳编著.

-北京:机械工业出版社,2003.8

(Pro/ENGINEER 工程师之路)

ISBN 7-111-12832-X

I .P… II .①周…②和… III .机械设计:计算机辅助设计-应用软件,
Pro/ENGINEER Wildfire IV .TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 068575 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:吴宏伟 版式设计:侯哲芬

北京蓝海印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·17 印张·409 千字

0001-5000 册

定价:32.00 元(含 1CD)

凡购本图书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话:(010) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

前 言

Pro/ENGINEER 是美国 PTC 公司研制的一套由设计至制造的机械自动化软件，是新一代的产品造型系统，是一个参数化、基于特征的实体造型系统，并且具有单一数据库功能。该公司最新推出的 Pro/ENGINEER Wildfire 版，更是将三维设计软件无论从易用性、设计的高效率，还是功能的实用性都推向一个新的顶点，可以说三维设计时代已经开始。

如果您是一位产品设计师，利用该软件的实体建模、曲面建模、自由造型、图形渲染等功能，可轻松地实现您的构思与创意；如果您是一位结构或工程师，利用该软件，不但可建立零件模型，还可轻松建立部件、整机的装配模型，还可对设计的产品，在计算机上预先进行动态、静态分析、装配干涉检验，甚至执行运动仿真功能，令您的设计不仅快速高效，而且天衣无缝，一次成功。

曲面设计较实体设计具有很强的灵活性，在产品高级造型中扮演着重要角色。巧妙地使用曲面设计工具，以及正确处理曲面与实体之间的转换关系，将使您的创作灵感得以完美实现。

本书以最新版本 Pro/ENGINEER Wildfire 为操作平台，以曲面设计为主线，全面系统地介绍曲面特征在工业产品设计与产品造型中的应用。学以致用是本书的目的，书中每一章节给出相应的简明介绍、相关参数命令说明、特征操作步骤，最后给出针对性的操作实例，使读者学一点知一片，全面系统地掌握曲面设计的操作要领。

“温故而知新”是学习的规律，为巩固所学知识，每章之后均给出针对性的操作练习。在本书后面章节，还给出了两个工业产品设计的典型实例，详细介绍使用曲面特征进行产品设计的全过程，提高读者的实战技能。

除本书外，笔者还编写了《Pro/ENGINEER Wildfire 基础设计》、《Pro/ENGINEER Wildfire 高级设计》等教程。

参加本书编写的人员有：周四新、和青芳、马跃进、陈桂珍、张曙光、蔡振江、张桂平、李天杰、刘静、刘会芳、刘铎、李惠娟等。其中周四新、和青芳为主编，马跃进教授对全书作了审阅。

本书虽经反复校对，时间仓促，疏漏之处在所难免，诚望广大读者和同仁指正。如果您有何意见、建议和问题，欢迎到三维在线网站(<http://zxs9898.net2asp.com.cn>)的三维论坛发表，也可发电子邮件到：zxs9898@sohu.com。

作者
周四新 和青芳

目 录

前言

第 1 章 基本曲面.....	1
1.1 拉伸曲面.....	2
1.2 旋转曲面.....	6
1.3 扫描曲面.....	10
1.4 混合曲面.....	16
1.4.1 平行混合曲面.....	17
1.4.2 旋转混合曲面.....	21
1.4.3 一般混合曲面.....	25
1.5 练习题.....	28
第 2 章 高级曲面.....	31
2.1 变截面扫描曲面.....	32
2.2 扫描混合曲面.....	42
2.3 三维扫描曲面.....	50
2.4 螺旋扫描曲面.....	52
2.5 相切曲面.....	58
2.5.1 曲面与截面之间的相切曲面.....	59
2.5.2 曲面与曲面之间的相切曲面.....	60
2.5.3 混合相切曲面.....	62
2.6 边界混合曲面.....	65
2.6.1 在一个方向创建边界混合曲面.....	67
2.6.2 在两个方向创建边界混合曲面.....	68
2.6.3 综合创建边界混合曲面.....	69
2.7 圆锥曲面和多边曲面.....	72
2.7.1 圆锥曲面.....	72
2.7.2 多边曲面.....	74
2.8 自由曲面.....	76
2.9 由文件创建曲面.....	80
2.10 练习题.....	82

第 3 章 编辑与修改曲面	85
3.1 曲面偏移	86
3.1.1 标准型曲面偏移	87
3.1.2 扩展型曲面偏移	89
3.1.3 拔模型曲面偏移	91
3.1.4 替换型曲面偏移	92
3.2 曲线偏移	94
3.3 边界曲线偏移	97
3.4 曲面移动	99
3.5 修剪曲面	102
3.6 曲面镜像	105
3.7 复制	107
3.7.1 复制曲面	107
3.7.2 以不包括孔的方式复制曲面	109
3.7.3 复制局部曲面	110
3.8 曲面延伸	113
3.9 曲面合并	116
3.10 曲面拔模	119
3.11 练习题	131
第 4 章 曲面倒圆角	133
4.1 简单倒圆角	134
4.2 高级倒圆角	137
4.3 练习题	143
第 5 章 ISDX-交互式曲面设计	145
5.1 Style 相关功能按钮介绍	146
5.2 创建曲线	147
5.3 创建曲面	152
5.4 曲线连接	154
5.5 曲面连接	157
5.6 重定义曲面	159
5.7 综合实例	162
5.8 练习题	168
第 6 章 曲面模型与实体模型的关系	171
6.1 曲面转为实体	172
6.1.1 使用特征面板将曲面转化为实体	172

6.1.2	使用加厚特征将曲面转化为实体模型	176
6.1.3	使用实体化工具将曲面转为实体	178
6.2	实体转为曲面	180
6.3	曲面切割实体	186
6.4	实体表面自由变形	191
6.5	曲面展平与实体弯曲	194
6.5.1	曲面展平	194
6.5.2	曲线展平	199
6.5.3	实体弯曲	200
6.6	练习题	202
第 7 章	曲面翘曲	205
7.1	关于翘曲操作	206
7.2	移动操作	207
7.2.1	平行移动	207
7.2.2	旋转	209
7.2.3	比例缩放	211
7.3	翘曲操作	215
7.4	拉伸	217
7.5	弯曲	220
7.6	扭曲	222
7.7	练习题	223
第 8 章	产品设计实例	225
8.1	杯子	226
8.2	鼠标外形	236
8.3	练习题	244
第 9 章	在装配模型中使用曲面	247
9.1	在装配模型中使用曲面建立关联	248
9.2	练习题	263

基 本 曲 面

在三维模型设计中，灵活地使用曲面特征，将设计出更具弹性和特殊性的模型。构建曲面特征与构建实体特征的工具大部分相同，只是曲面特征需要定义曲面的端面是封闭或开放的，同时曲面特征具有很好的可操作性。本章详细介绍基本曲面的创建方法，其主要内容如下：

- ◆ 拉伸曲面
- ◆ 旋转曲面
- ◆ 扫描曲面
- ◆ 混合曲面

1.1 拉伸曲面

在垂直于草绘平面的方向拉伸草绘截面并明确拉伸深度，就可以建立一拉伸曲面。如图 1-1 所示为使用拉伸工具建立的一拉伸曲面。

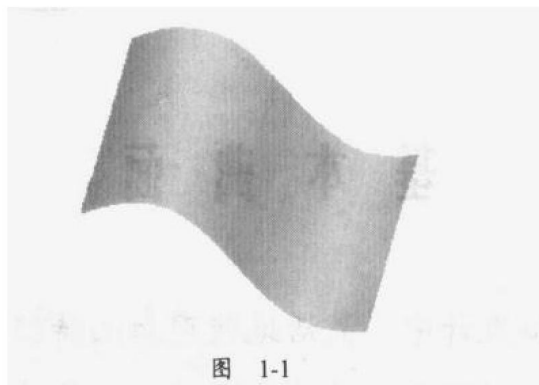


图 1-1

单击绘图区右侧的拉伸工具按钮 ，或单击菜单 Insert→Extrude 命令，系统显示如图 1-2 所示的拉伸特征面板。使用该面板中的  按钮，可建立拉伸曲面特征。现将该面板中各功能按钮介绍如下。

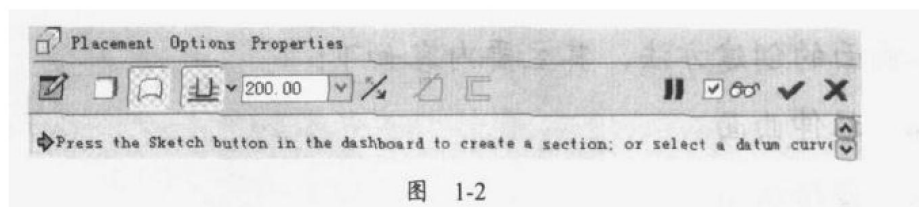


图 1-2

- ◆ : 草绘特征截面。
- ◆ : 建立实体拉伸特征。
- ◆ : 建立曲面拉伸特征。
- ◆ : 按给定的拉伸值，沿一个方向拉伸。单击该按钮旁边的  按钮，弹出如下几种方式的拉伸模式。
 - ◇ : 按给定的拉伸值，沿指定的草绘平面两侧拉伸。
 - ◇ : 按给定的拉伸值，沿一个方向拉伸。
 - ◇ : 沿一个方向拉伸到指定的点、曲线、平面或曲面。
- ◆ : 变换特征的拉伸方向。
- ◆ : 减料特征，从已有的模型中去除材料。
- ◆ : 建立薄体拉伸特征。
- ◆ : 暂时中止使用当前的特征工具，以访问其他可用的工具。
- ◆ : 预览生成的特征。
- ◆ : 确认当前特征的建立。

- ✦ **X**: 放弃当前特征的建立。
- ✦ **Placement**: 单击该按钮, 显示 **Section [Sketcher 1]**, 单击其中的 **OK** 按钮, 以绘制拉伸截面。
- ✦ **Options**: 单击该按钮, 显示如图 1-3 所示的面板。面板中的 Side1、Side2 栏, 供用户选择特征拉伸的方式, 并显示当前的拉伸尺寸, 用户在此可直接更改拉伸尺寸。

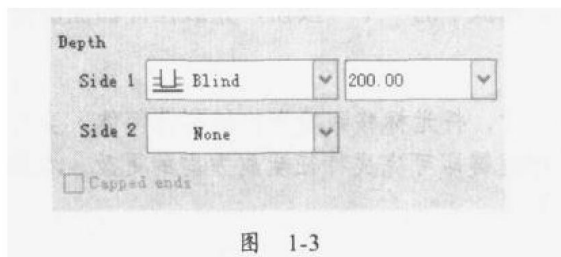


图 1-3

- ✦ **Capped ends**: 选择拉伸曲面特征端面是封闭的还是开放的。
- ✦ **Properties**: 单击该选项, 显示当前特征的名称及其相关信息。

建立拉伸曲面的操作步骤:

- (1) 进入零件设计模式, 单击菜单 **Insert**→**Extrude** 命令, 或直接单击拉伸工具按钮 .
- (2) 在弹出的拉伸特征面板中单击  按钮, 以建立曲面拉伸特征, 然后单击草绘截面按钮 .
- (3) 系统显示 **Section** 对话框, 如图 1-4 所示。该对话框中显示指定的草绘面、参考平面、视图方向等内容。

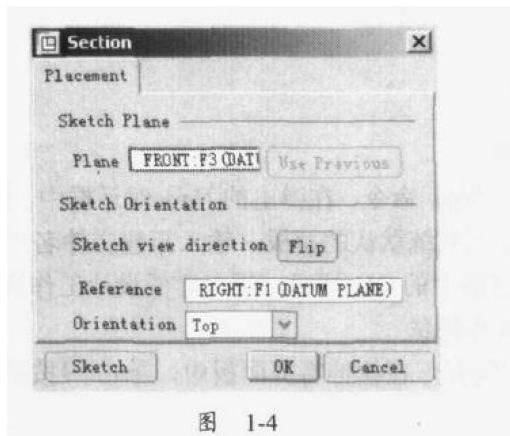


图 1-4

- (4) 在绘图区中, 选择相应的草绘平面或参考平面, 在 **Section** 对话框中设定视图方向和特征生成方向。
- (5) 单击 **Section** 对话框中的 **Sketch** 按钮, 系统进入草绘状态。
- (6) 在草绘环境中, 绘制拉伸截面。绘制完毕, 单击草绘工具栏中的“√”按钮, 系统再次回到 **Section** 对话框。

- (7) 单击 Section 对话框中的 OK 按钮, 回到拉伸特征面板。
- (8) 在 Options 选项中, 选择拉伸模式并设置拉伸尺寸。
- (9) 如果是在已有的曲面特征中去除材料, 可单击去除材料按钮 , 并选择要去除材料的曲面, 单击  按钮, 改变去除材料的方向。
- (10) 单击特征预览按钮, 观察生成的曲面。
- (11) 单击拉伸特征面板中的 “√” 按钮, 完成拉伸曲面的建立。

提示:

在进行曲面切割操作时, 将光标移到建立的切割几何体, 会自动显示单/双方向箭头, 如图 1-5 所示。单击鼠标左键即可完成特征生成方向的更改。在其他特征的操作中也有类似功能, 请注意学习使用。

实例演练

使用拉伸特征建立如图 1-6 所示的曲面模型。

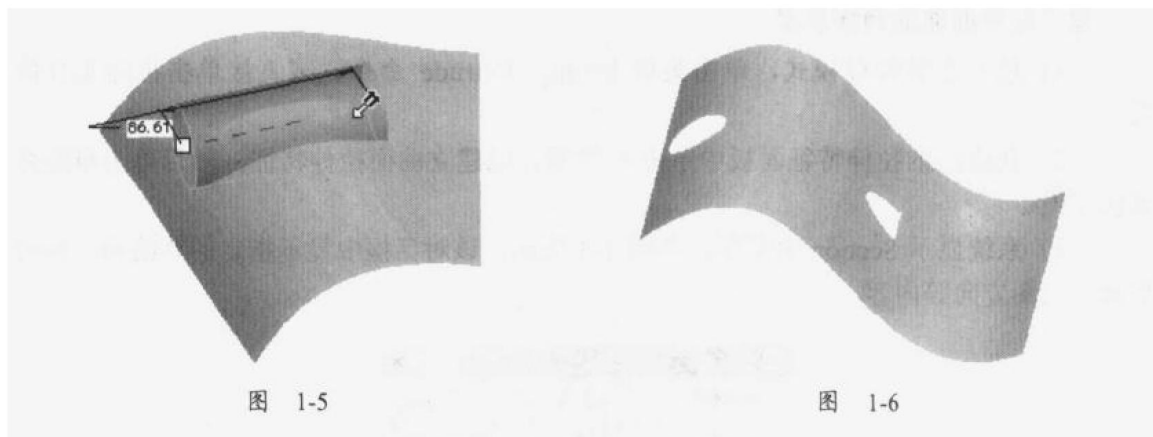


图 1-5

图 1-6

步骤 1 建立新文件

- (1) 单击菜单 File→New 命令, 在弹出的 New 对话框中, 选择 Part 类型, 并选中 Use default template 选项, 使用系统默认的模板, 输入新建文件名 “L1ex1”。
- (2) 单击 New 对话框中的 OK 按钮, 进入零件设计工作界面。

步骤 2 建立拉伸曲面特征

- (1) 单击拉伸工具按钮, 在拉伸特征面板中, 单击  按钮, 单击草绘截面按钮 , 系统显示 Section 对话框。
- (2) 选择 FRONT 基准面为草绘平面, RIGHT 基准面为参考平面, 接受系统默认的视图方向。
- (3) 单击 Section 对话框中的 Sketch 按钮, 系统进入草绘状态。
- (4) 绘制如图 1-7 所示的截面, 单击草绘命令工具栏中的 “√” 按钮, 系统再次显示 Section 对话框。
- (5) 单击 Section 对话框中的 OK 按钮, 系统返回零件设计模式。

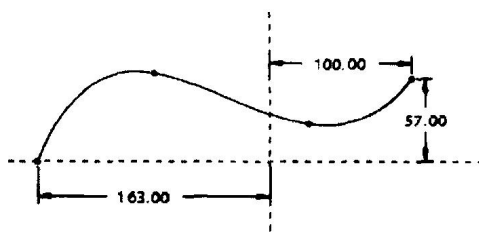


图 1-7

(6) 单击 Options 选项, 在该面板的 Side1 栏中, 选择 Blind 选项, 并输入拉伸值“200”, 如图 1-8 所示。

(7) 单击预览按钮, 模型如图 1-9 所示, 单击“√”按钮, 完成曲面拉伸特征。

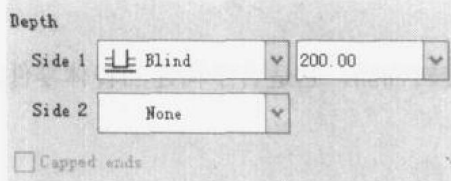


图 1-8

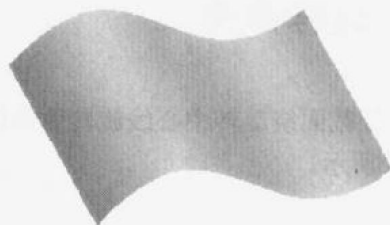


图 1-9

步骤3 曲面切割

(1) 单击拉伸工具按钮, 在拉伸特征面板中, 单击 按钮, 单击草绘截面按钮 , 系统显示 Section 对话框。

(2) 选择 TOP 基准面为草绘平面, RIGHT 基准面为参考平面, 接受系统默认的视图方向。单击该对话框中的 Sketch 按钮, 系统进入草绘状态。

(3) 绘制如图 1-10 所示的截面。

(4) 单击草绘命令工具栏中的“√”按钮, 单击 Section 对话框中的 OK 按钮。

(5) 单击拉伸特征面板中的移除材料按钮 。

(6) 单击 Options 按钮, 在弹出的拉伸模式面板中, 选择 Blind 选项, 并输入深度“200”。

(7) 使用方向按钮 , 调整拉伸方向和移除材料方向, 结果如图 1-11 所示。

(8) 单击预览按钮, 结果如图 1-12 所示。

步骤4 保存文件

单击菜单 File→Save 命令, 保存当前模型文件, 然后关闭当前工作窗口。

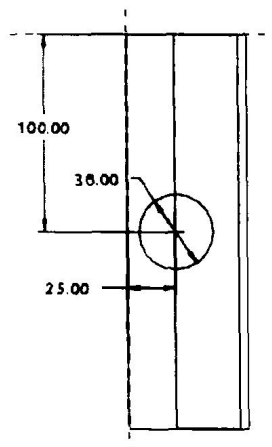


图 1-10

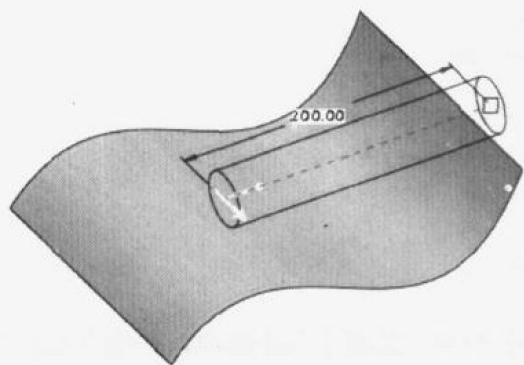


图 1-11

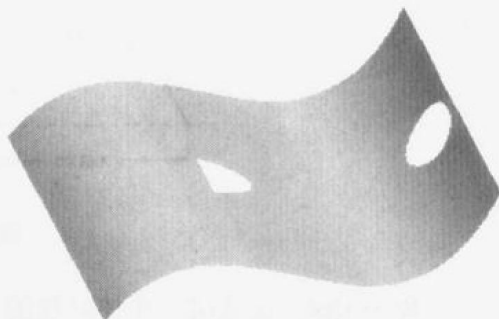


图 1-12

1.2 旋转曲面

特征截面绕旋转中心线旋转而成的曲面称为旋转曲面，它适合于构建回转体零件，如图 1-13 所示。

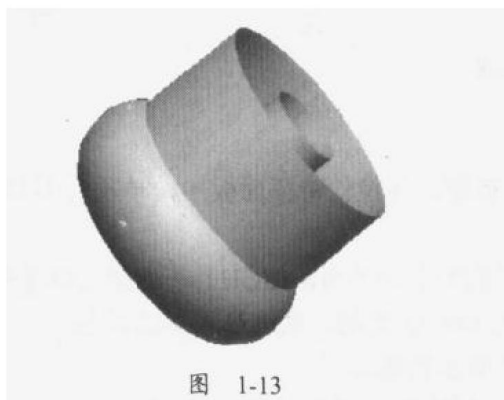


图 1-13

草绘旋转曲面时，其截面必须全部位于旋转中心线的一侧。

单击绘图区右侧的旋转工具按钮 ，或单击菜单 **Insert**→**Revolve** 命令，系统显示如图 1-14 所示的旋转特征面板。该面板与拉伸特征的面板极为相似，现只将该面板中形似而意不同的功能选项介绍如下。

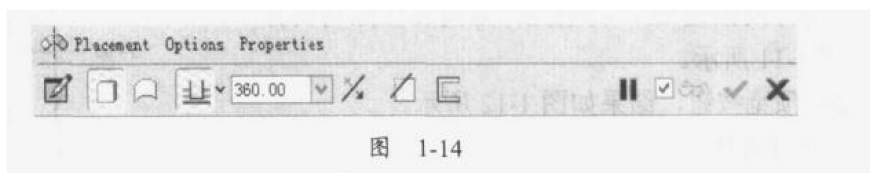


图 1-14

- ◆ : 按指定的旋转角度，沿一个方向旋转。
- ◆ : 按指定的旋转角度，以草绘平面为分界面向两边旋转。
- ◆ : 沿一个方向旋转到指定的点、曲线、平面或曲面。

- ◆ : 系统提供默认的四种旋转角度 90、180、270、360, 同时也可直接输入 0.001~360 之间的任一值。当选择  按钮时, 该栏中显示旋转角度的参考对象。

建立旋转曲面的操作步骤:

- (1) 进入零件设计模式, 单击菜单 Insert→Revolve 命令, 或直接单击旋转工具按钮 。
- (2) 在弹出的旋转特征面板中, 单击  按钮, 单击草绘截面按钮 。
- (3) 系统显示 Section 对话框, 该对话框中显示指定的草绘面、参考平面、视图方向等内容。
- (4) 在绘图区中, 选择相应的草绘平面或参考平面。在 Section 对话框中, 设定视图方向和特征生成方向。
- (5) 单击 Section 对话框中的 Sketch 按钮, 系统进入草绘状态。
- (6) 在草绘环境中, 使用草绘命令工具栏中的绘制中心线按钮, 绘制一条中心线作为截面的旋转中心线, 在中心线的一侧绘制旋转特征截面。绘制完毕, 单击草绘工具栏中的“√”按钮, 系统再次回到 Section 对话框。
- (7) 单击 Section 对话框中的 OK 按钮, 系统回到零件设计模式。
- (8) 在 Options 选项中, 选择模型旋转方式, 并设置旋转角度。
- (9) 如果是切割已有的曲面, 单击去除材料按钮 , 并使用  按钮, 调整去除材料的方向。
- (10) 单击特征预览按钮, 观察生成的特征。
- (11) 单击旋转特征面板中的“√”按钮, 完成旋转曲面的建立。

提示:

如果在预览生成的特征后, 欲重新修改草绘特征截面, 以重新生成新的特征, 只需单击特征控制面板中的草绘截面按钮, 回到草绘工作界面修改即可。

实例演练

使用旋转特征建立如图 1-15 所示的模型。

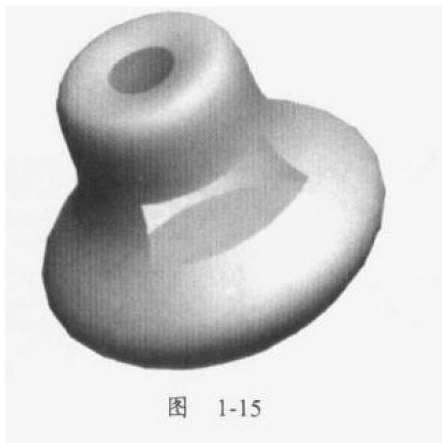


图 1-15

步骤 1 建立新文件

(1) 单击菜单 File→New 命令, 弹出 New 对话框。选择 Part 类型, 并选中 Use default template 选项, 使用系统默认的模板, 输入新建文件名“L1ex2”。

(2) 单击 New 对话框中的 OK 按钮, 进入零件设计工作界面。

步骤 2 建立旋转曲面

(1) 单击旋转工具按钮, 在旋转特征面板中, 单击  按钮, 单击草绘截面按钮 , 系统显示 Section 对话框。

(2) 选择 FRONT 基准面为草绘平面, RIGHT 基准面为参考平面, 接受系统默认的视图方向。

(3) 以上所有设置显示在 Section 对话框中, 如图 1-16 所示。

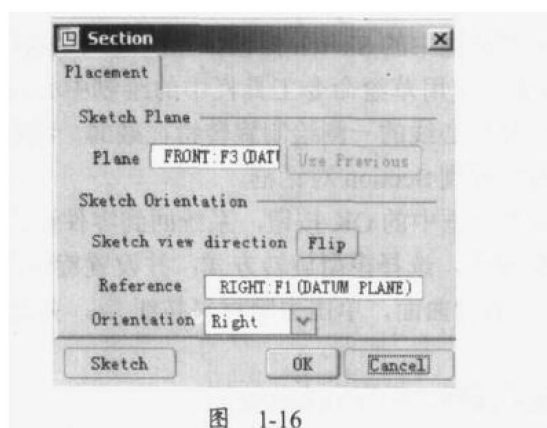


图 1-16

(4) 单击 Section 对话框中的 Sketch 按钮, 系统进入草绘状态。

(5) 绘制如图 1-17 所示的一条中心线和特征截面, 然后单击草绘命令工具栏中的“√”按钮, 系统再次显示 Section 对话框。

(6) 单击 Section 对话框中的 OK 按钮, 系统返回零件设计模式。

(7) 单击 Options 选项, 在弹出面板的 Side1 栏中, 选择 Variable 选项, 并输入旋转角度 360, 如图 1-18 所示。

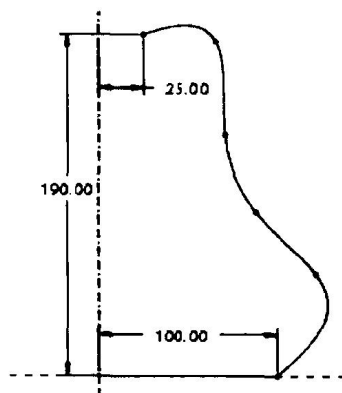


图 1-17

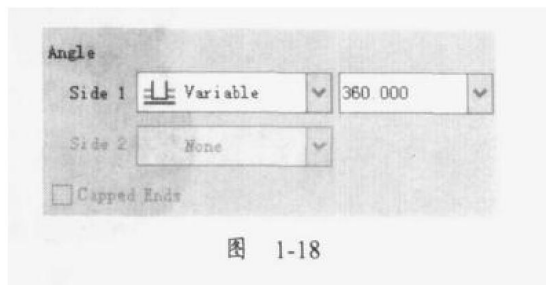


图 1-18

(8) 单击预览按钮, 模型如图 1-19 所示。单击旋转特征面板中的“√”按钮, 完成旋转曲面的建立。

步骤3 切割曲面

(1) 单击旋转工具按钮, 打开旋转特征面板。单击  按钮, 单击草绘截面按钮 , 系统显示 Section 对话框。

(2) 单击 Section 对话框中的 Use Previous 选项, 单击该对话框中的 Sketch 按钮, 系统进入草绘状态。

(3) 绘制如图 1-20 所示的一段圆弧。

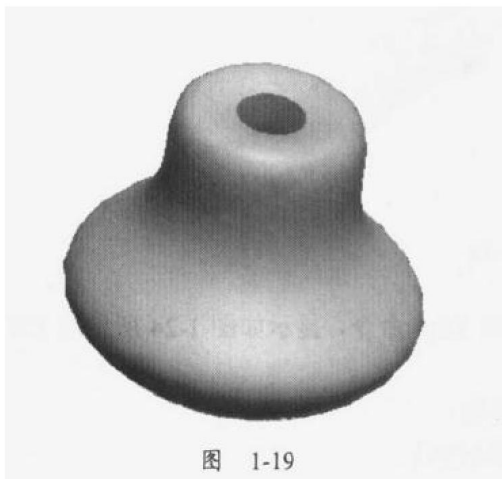


图 1-19

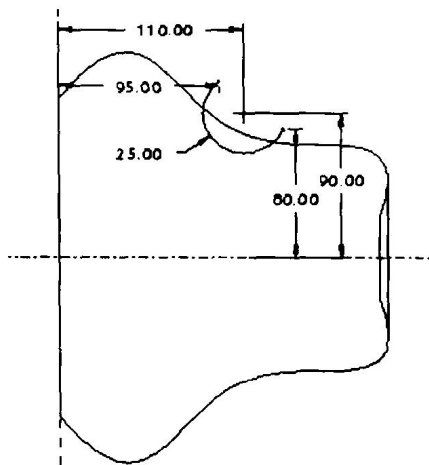


图 1-20

(4) 单击草绘命令工具栏中的“√”按钮, 单击 Section 对话框中的 OK 按钮。

(5) 单击旋转特征面板中的移除材料按钮 , 在图形窗口选择步骤 2 建立的曲面。

(6) 单击 Options 按钮, 在弹出的旋转模式面板中, 选择 Variable 选项, 输入旋转 90° , 并设定移除材料方向, 如图 1-21 所示。

(7) 单击预览按钮, 结果如图 1-22 所示。

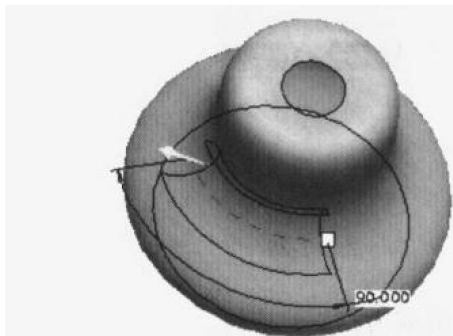


图 1-21

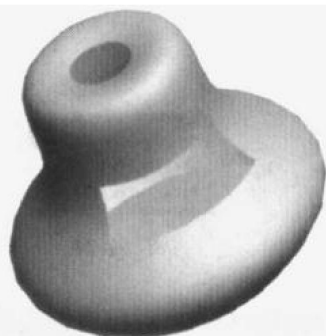


图 1-22

(8) 单击旋转特征面板中的“√”按钮, 完成曲面模型的建立。

步骤 4 保存文件

单击菜单 File→Save 命令，保存当前模型文件，然后关闭当前工作窗口。

1.3 扫描曲面

将草绘截面沿着指定的轨迹线扫描而成的曲面，称为扫描曲面。使用扫描建立曲面，首先要有一条扫描轨迹线，然后再建立沿轨迹线扫描的特征截面。扫描出的曲面又分为端面封闭和端面开口两种情形，如图 1-23 所示。

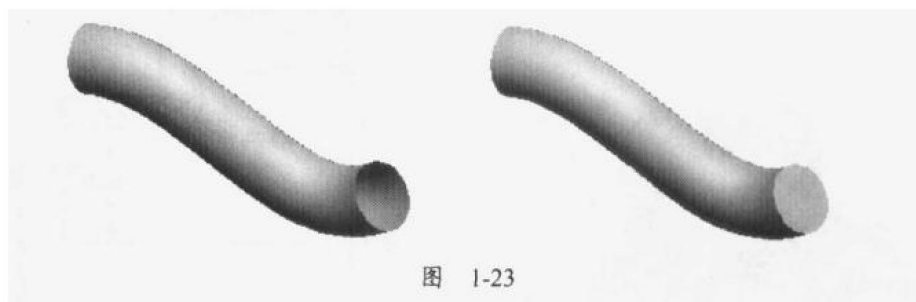


图 1-23

单击菜单 Insert→Sweep→Surface(或 Surface Trim)命令，显示如图 1-24 所示的 SWEEP TRAJ 菜单。

- ◆ Sketch Traj: 在草绘图中绘制扫描轨迹线。
- ◆ Select Traj: 选择已有的曲线作为扫描轨迹线。

如果在已有的曲线中选择轨迹线，显示如图 1-25 所示的 CHAIN 菜单。利用该菜单可采用不同的方式选择曲线。



图 1-24

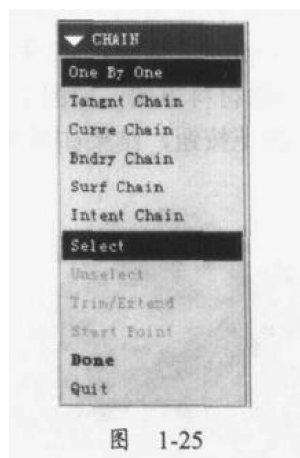


图 1-25

- ◆ One By One: 对已有的边线进行逐一选取，而成为扫描轨迹线。
- ◆ Tangent Chain: 在一条曲线链中选择一条边，所有从它出发的边线，只要链点是切点，其相连边线自动被选中，直到该链点不为切点为止。
- ◆ Curve Chain: 在曲线链中定义扫描轨迹。