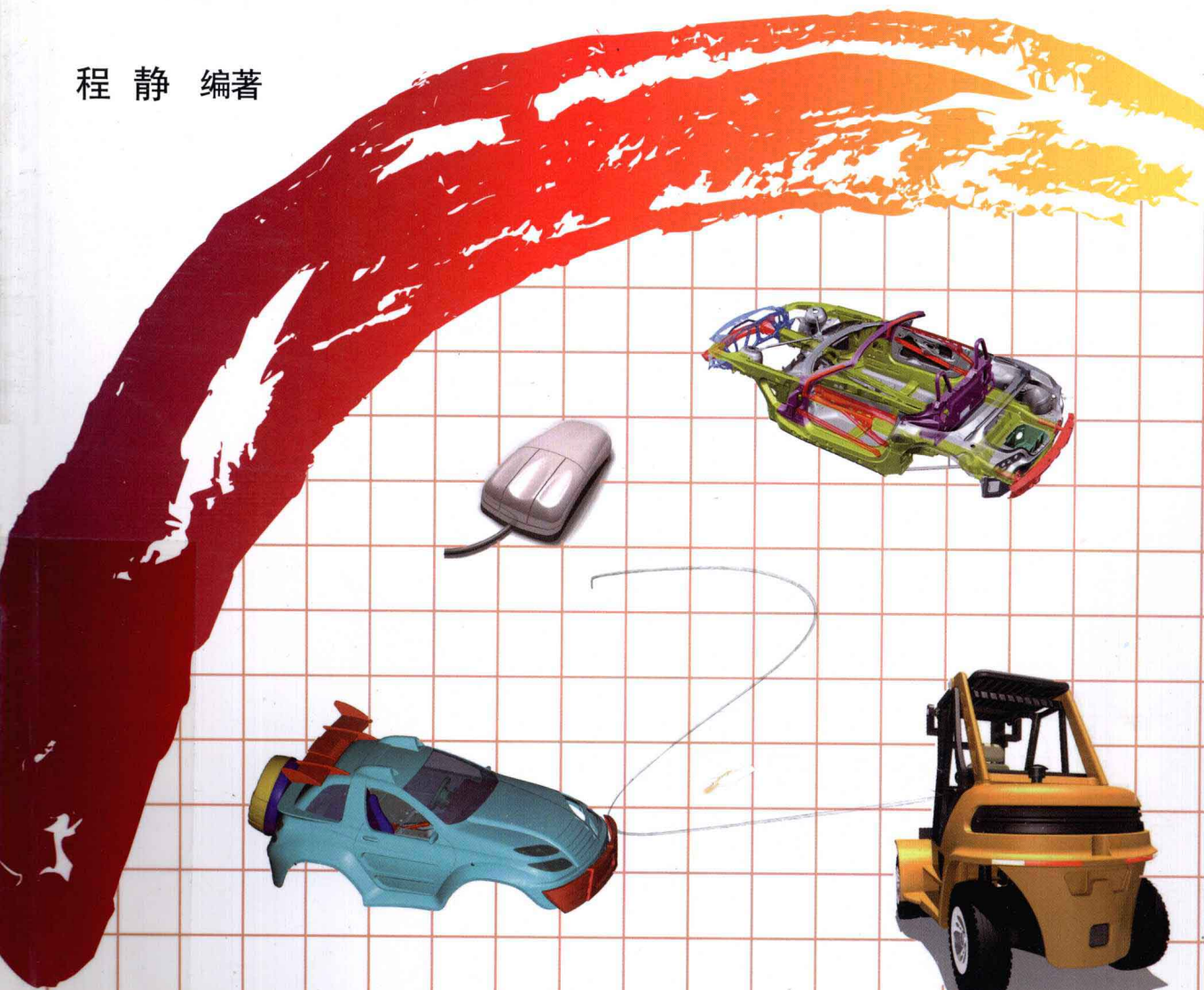


Pro/ENGINEER

曲面造型设计

程静 编著



国防工业出版社
National Defense Industry Press

Pro / ENGINEER

曲面造型设计

程 静 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书主要介绍 Pro/ENGINEER 曲面造型工具、编辑工具的使用,以及 ISDX 交互式曲面设计工具,并配有曲面设计综合实例和 ISDX 曲面设计综合实例。

理论部分包括:①曲面造型工具的使用方法,曲面的编辑;②零件装配;③ISDX 交互式曲面设计,包括 ISDX 曲线的创建和编辑以及 ISDX 曲面的创建和编辑。

实例部分包括:①实例是第一部分理论的理解,能掌握曲面造型、编辑工具的使用方法;②鼠标外形设计,既是第一部分理论的加深理解,又学会使用零件装配工具;③ISDX 曲面设计综合实例,是对全书理论的完全理解,又能掌握 ISDX 曲线、曲面的创建和编辑。

本书可作为 Pro/ENGINEER 曲面造型设计的理论和实例练习指导书,也可以作为工科大学生的培训教材,更深入的理论学习和实践,如 ISDX 高级曲面造型设计(汽车造型等),还需要读者参考这方面的专业书籍。

图书在版编目(CIP)数据

Pro/ENGINEER 曲面造型设计 / 程静编著, —北京:
国防工业出版社, 2012. 9
ISBN 978-7-118-08227-2

I. ①P… II. ①程… 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(2012)第 179614 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 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 18 字数 410 千字

2012 年 9 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 40.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)88540777

发行邮购: (010)88540776

发行传真: (010)88540755

发行业务: (010)88540717

前 言

计算机和图形学技术突飞猛进的发展,使得工程设计业和制造业已经进入到了三维设计时代,并得到了广泛的应用,三维设计已经被设计人员所接受、认可。

Pro/ENGINEER 软件是美国参数技术公司(Parametric Technology Corporation, PTC)的重要产品,在目前的三维造型软件领域中占有着重要地位,并作为当今世界机械 CAD/CAE/CAM 领域的新标准而得到业界的认可和推广。作为高等学校和研究机构来说,该软件是进行设计的重要辅助工具。

我们在利用 Pro/ENGINEER 进行教学的实践过程中发现,如果要求学生能迅速学会和掌握 Pro/ENGINEER,最快捷的方式就是在学习理论的同时,引导他们学习读一些实例制作型的书籍,做到理论和实际相结合,突出实用性。我们希望通过教学中采用的一些实例,来引导读者掌握 Pro/ENGINEER 的实用技能。

全书共分 7 章:第 1 章曲面造型工具,主要介绍基础曲面和高级曲面的创建。第 2 章曲面的编辑,主要介绍曲面的复制、镜像、修剪、延伸、偏移、合并、加厚、拔模、实体化和倒圆角等编辑工具。第 3 章 曲面设计综合实例,运用第 1、2 章的曲面造型和编辑工具进行实例操作。第 4 章 零件装配,简单介绍装配约束和分解视图。第 5 章 曲面设计与装配综合实例,运用第 1、2 章的理论设计鼠标外形,结合第 4 章装配理论,将鼠标零件装配。第 6 章 ISDX 交互式曲面设计,介绍 ISDX 曲线的创建和编辑,以及 ISDX 曲面的创建和编辑。第 7 章 ISDX 曲面设计综合实例,所选实例是对全书曲面设计理论的综合运用。

本书是作者在多年从事 Pro/ENGINEER 教学与科研的基础上编写的。在内容的组织和安排上考虑到读者对象的专业特点和知识结构,尽量做到由浅入深,循序渐进,以便于自学。

本书由大连交通大学程静老师编著。编写过程中参考了一些相关教材与著作,在此向有关作者致谢!本书的出版得到了国防工业出版社的大力支持,在此,表示衷心感谢!

由于我们水平有限,书中难免有不妥之处,欢迎读者和同行提出宝贵意见。

读者可至 chengjingcn2006@yahoo.com.cn 索取 Pro/E 源文件。

编著者

2012 年 5 月

目 录

第 1 章 曲面造型工具	1
1.1 基础曲面	1
1.1.1 拉伸曲面	1
1.1.2 旋转曲面	5
1.1.3 填充曲面	9
1.1.4 扫描曲面	10
1.1.5 混合曲面	14
1.2 高级曲面	21
1.2.1 边界混合曲面	21
1.2.2 扫描混合曲面	27
1.2.3 可变剖面扫描曲面	33
1.2.4 带曲面	38
1.2.5 N 侧曲面	40
第 2 章 曲面的编辑	44
2.1 复制曲面	44
2.1.1 普通复制	44
2.1.2 选择性复制	45
2.2 镜像曲面	45
2.3 修剪曲面	46
2.3.1 使用曲面修剪曲面	46
2.3.2 使用表面上的曲线修剪曲面	47
2.4 延伸曲面	48
2.5 偏移曲面	49
2.5.1 标准曲面偏移	50
2.5.2 具有拔模特征的曲面偏移	51
2.5.3 展开曲面偏移	51
2.5.4 替换曲面偏移	52
2.6 合并曲面	52
2.7 曲面加厚	53
2.8 曲面拔模	54

2.9	曲面实体化	57
2.9.1	曲面转化为实体	57
2.9.2	利用曲面切剪实体	58
2.9.3	曲面加厚创建实体	58
2.10	曲面倒圆角	59
2.10.1	简单倒圆角	59
2.10.2	高级倒圆角	59
2.10.3	完全倒圆角	60
第3章	曲面设计综合实例	62
3.1	勺子1	62
3.2	饮料瓶	66
3.3	电话听筒	70
3.4	风扇	80
3.5	参数化圆柱齿轮	88
3.6	足球	104
第4章	零件装配	118
4.1	装配约束简介	118
4.1.1	匹配	118
4.1.2	对齐	118
4.1.3	插入	119
4.1.4	坐标系	119
4.1.5	相切	119
4.1.6	线上点	120
4.1.7	表面上的点	120
4.1.8	表面上的边	120
4.1.9	自动	120
4.2	分解视图	120
第5章	曲面设计与装配综合实例	121
5.1	鼠标外形设计	121
5.1.1	底壳	121
5.1.2	上壳	131
5.1.3	左右键	135
5.1.4	滚轮	137
5.1.5	定位销	139
5.2	鼠标零件装配设计	140
5.2.1	鼠标零件装配	140
5.2.2	分解视图	143

第 6 章 ISDX 交互式曲面设计	145
6.1 ISDX 用户界面	145
6.1.1 造型工具条	145
6.1.2 组合快捷键	146
6.1.3 设置优先选项	148
6.2 创建 ISDX 曲线	149
6.2.1 创建与设置活动平面	149
6.2.2 点的类型	149
6.2.3 ISDX 曲线	150
6.2.4 圆、圆弧曲线	151
6.2.5 下落曲线	151
6.2.6 通过相交创建 COS 曲线	152
6.2.7 偏移曲线	152
6.3 ISDX 曲线编辑	153
6.3.1 曲率图	153
6.3.2 ISDX 曲线上点的编辑	154
6.3.3 ISDX 曲线编辑	154
6.4 创建与编辑 ISDX 曲面	157
6.4.1 创建边界曲面	157
6.4.2 创建放样曲面	157
6.4.3 创建混合曲面	158
6.4.4 曲面连接	158
6.4.5 曲面修剪	159
第 7 章 ISDX 曲面设计综合实例	161
7.1 旋钮	161
7.2 勺子 2	166
7.3 美工刀产品外形	184
7.4 可爱鱼时尚电筒造型	206
7.4.1 构造主体框架曲线	206
7.4.2 构造主体曲面	210
7.4.3 创建电筒把手构造线	214
7.4.4 创建电筒把手曲面	219
7.4.5 前盖造型设计	221
7.4.6 转换实体并拆分零件	224
7.4.7 总体装配	232
7.5 烹调器造型	235
7.5.1 构造底座外观曲线	235

7.5.2	创建底座曲面	243
7.5.3	构造上盖外观曲线	246
7.5.4	创建上盖曲面	252
7.5.5	拆分零件	257
7.5.6	零件细节化设计	262
附录		272
参考文献		280

第 1 章 曲面造型工具

美国 PTC 公司的 Pro/ENGINEER 以其参数化、基于特征、全相关等新概念闻名于 CAD 界，其曲面造型集中在 Pro/SURFACES 和 Pro/ISDX 模块中。其曲面的生成、编辑能力覆盖了曲面造型中的主要问题，主要用于构造表面模型、实体模型，并且可以在实体上生成任意凹下或凸起等形状，尤其是曲面造型实例已经成为一种特征加入到特征库中。


1.1 基础曲面



基础曲面包括拉伸曲面、旋转曲面、填充曲面、扫描曲面和混合曲面等，创建的曲面可以是封闭的，也可以是开放的。曲面具有实体特征无法替代的优势，一般情况下，曲面的创建比实体特征的创建更加灵活。

1.1.1 拉伸曲面

在绘图平面上，一条直线或曲线向垂直于绘图平面的一个或相对两个方向拉伸并给定拉伸深度，即可建立拉伸曲面。拉伸曲面是最基础的曲面之一，用户可以根据需要自行设定拉伸方向、拉伸方式、开放或封闭等条件参数。

1. 拉伸曲面操作面板

单击标准工具栏中的“新建”按钮，系统弹出如图 1-1 所示的“新建”对话框，选中类型中的“零件”单选按钮和子类型中的“实体”单选按钮（默认选项），在“名称”文本框中输入文件名称，单击“确定”按钮。

单击特征工具栏中的“拉伸”按钮，弹出如图 1-2 所示的拉伸操作面板，单击按钮，可建立拉伸曲面特征。

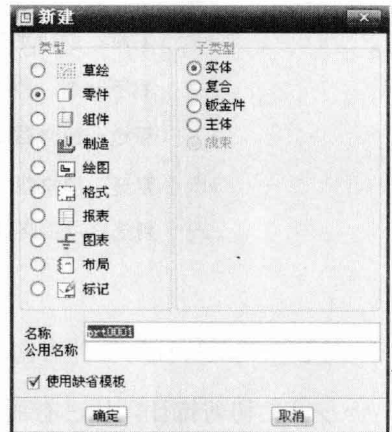


图 1-1 “新建”对话框



图 1-2 拉伸操作面板

操作面板中各参数简单介绍如下：

* **放置**: 单击该按钮, 弹出图 1-3 所示的面板, 单击其中“定义”按钮, 绘制拉伸截面。

* **选项**: 单击该按钮, 弹出图 1-4 所示的面板, 其中深度“第 1 侧”、“第 2 侧”栏供用户选择特征拉伸的方式, 并显示当前的拉伸尺寸, 用户可以在此直接修改拉伸尺寸。“封闭端”是用来选择拉伸曲面的特征端面是封闭还是开放的。

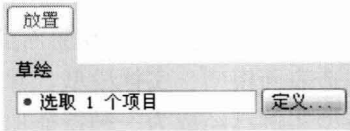


图 1-3 “放置”面板

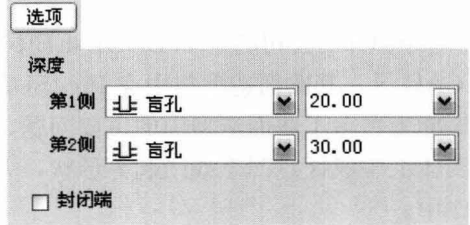


图 1-4 “选项”面板

* **属性**: 单击该按钮, 显示当前特征名称及其相关信息。

* : 拉伸实体特征, 绘制的截面必须封闭。

* : 拉伸曲面特征, 绘制的截面可以不封闭。

* : 按指定的拉伸值沿着一个方向拉伸。单击该按钮旁边的 ▾ 按钮, 弹出如图 1-5 所示的几种拉伸模式。

图 1-5 所示的几种拉伸模式。

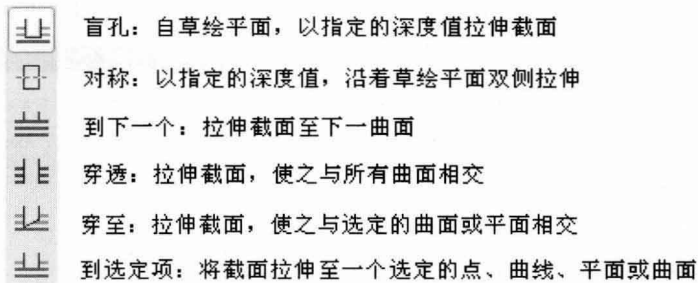


图 1-5 拉伸模式

* : 改变特征的拉伸方向。

* : 切剪特征, 从已有的模型中去除材料。

* : 建立薄壁特征。


* : 暂时中止使用当前的特征工具。







* : 预览生成的特征。

* : 确认当前特征的建立。

* : 放弃当前特征的建立。

2. 拉伸曲面操作实例

单击“新建”按钮，在名称文本框中输入“ch1-1-1-lashen-qumian”（见附录），单击“确定”按钮。

单击“拉伸”按钮，单击按钮，将拉伸方式设置为曲面，单击“草绘”按钮，弹出“草绘”对话框，如图 1-6 (a) 所示。选择 FRONT 为草绘平面，如图 1-6 (b) 所示，单击“草绘”对话框中的“草绘”按钮，进入草绘模式，绘制如图 1-7 所示的草绘截面。单击完成（蓝色）按钮，单击（退出暂停模式）按钮，将拉伸值设置为 90，单击操控板中的（绿色）按钮，标准方向如图 1-8 所示。



(a)

(b)

图 1-6 “草绘”对话框

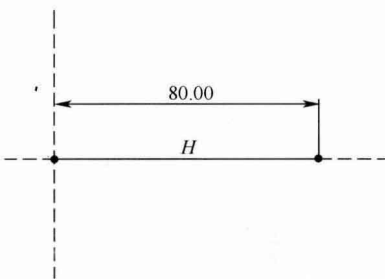


图 1-7 草绘截面

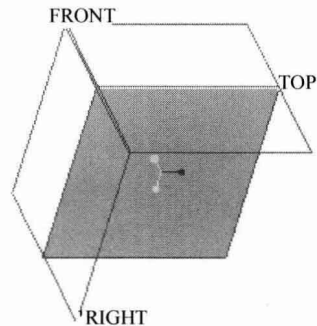











图 1-8 标准方向的拉伸曲面

单击按钮，单击按钮，将拉伸方式设置为曲面，单击（去除材料）按钮，系统提示：选取要修剪的面组。在图形窗口，选择图 1-8 所示的拉伸曲面，拉伸曲面呈粉红色。单击操控板中的“放置”按钮，展开“放置”面板，参看图 1-3，单击“放置”面板中的“定义”按钮，弹出“草绘”对话框，选择 TOP 为草绘平面，单击“草绘”对话框中的“草绘”按钮，进入草绘模式，绘制如图 1-9 所示的草绘截面（注意使用约束），单击完成（蓝色）按钮，选择（将拉伸方式设置为对称），拉伸值设置为 10，单击操控板中的（绿色）按钮，标准方向如图 1-10 所示。

单击“拉伸”按钮，单击按钮，将拉伸方式设置为曲面，单击“草绘”按钮，弹出“草绘”对话框，选择 TOP 为草绘平面，单击“草绘”对话框中的“草

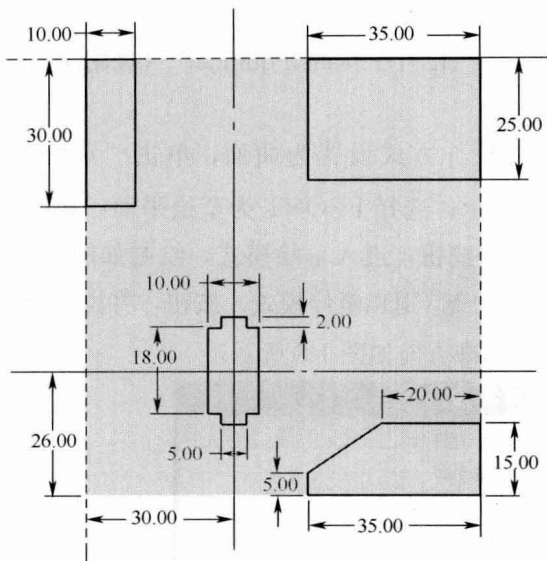


图 1-9 草绘截面

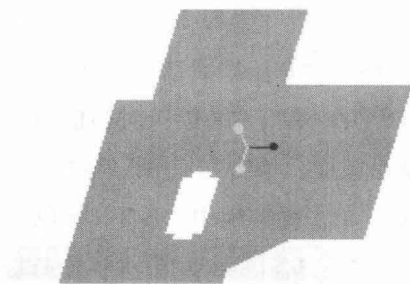







图 1-10 切剪后拉伸曲面的标准方向

绘”按钮，进入草绘模式，绘制如图 1-11 所示的草绘截面，注意使用 （通过边创建图元）选择边界进行截面的绘制，使绘制的曲线与边界重合。单击完成 （蓝色）按钮，单击 （退出暂停模式）按钮，单击  调整拉伸方向，如图 1-12 所示，设置拉伸值为 50，单击操控板中的 （绿色）按钮。

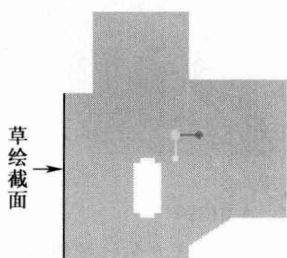


图 1-11 草绘截面

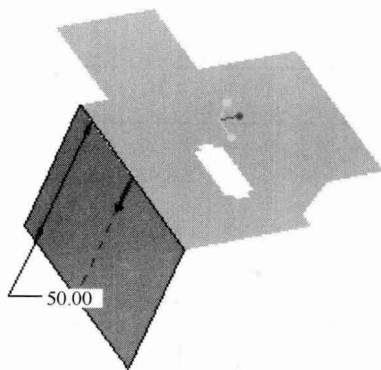








图 1-12 设置拉伸值

单击拉伸  按钮，单击  按钮，将拉伸方式设置为曲面，单击 （去除材料）按钮，系统提示：选取要修剪的面组。在图形窗口，选择图 1-13 所示的拉伸曲面，拉伸曲面呈粉红色。单击操控板中的“放置”按钮，展开“放置”面板，单击“放置”面板中的“定义”按钮，弹出“草绘”对话框，选择 RIGHT 为草绘平面，单击“草绘”对话框中的“草绘”按钮，进入草绘模式，绘制如图 1-14 所示的草绘截面。单击完成 （蓝色）按钮，选择 （将拉伸方式设置为对称），拉伸值设置为 10，单击操控板中

的  (绿色) 按钮, 修剪后的拉伸曲面如图 1-15 所示。

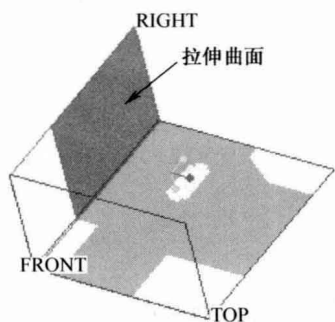


图 1-13 选择拉伸曲面

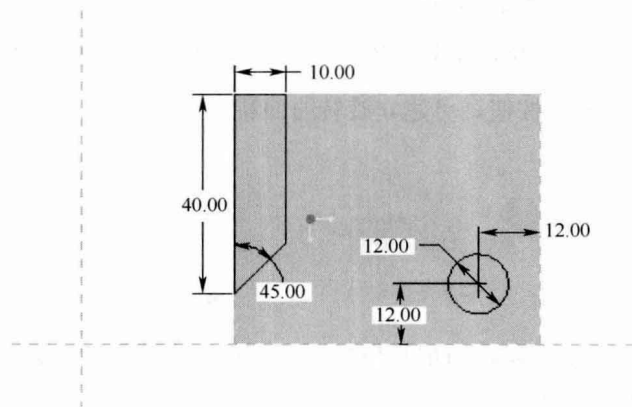




图 1-14 草绘截面

在图形窗口, 按住 Ctrl 键, 选择创建的两个拉伸曲面, 单击  (合并工具) 按钮, 如图 1-16 所示, 单击操控板中的  (绿色) 按钮, 完成合并。

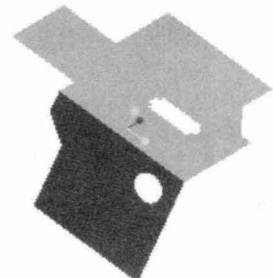


图 1-15 修剪后的拉伸曲面

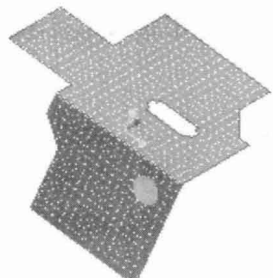




图 1-16 合并拉伸曲面

单击  (倒圆角工具) 按钮, 将圆角半径设置为 5, 选择图 1-17 所示的棱边, 单击操控板中的  (绿色) 按钮, 完成倒圆角, 如图 1-18 所示。

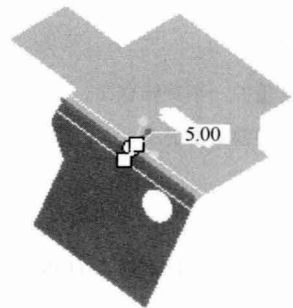


图 1-17 选择棱边

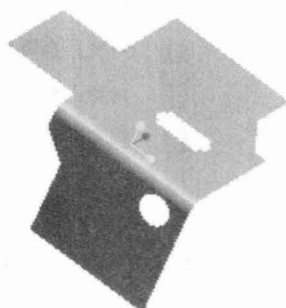




图 1-18 完成倒圆角

1.1.2 旋转曲面

特征截面绕旋转轴旋转形成的曲面称为旋转曲面, 它适合于构建回转体零件。草绘旋转截面时, 其截面必须全部位于旋转轴的一侧。用户可以根据需要设置曲面的旋转角

度和旋转方向。

1. 旋转曲面操作面板

单击特征工具栏中的“旋转工具”按钮，弹出如图 1-19 所示的旋转操作面板，单击按钮，可建立旋转曲面特征。

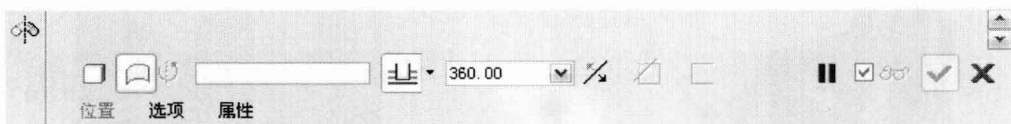


图 1-19 旋转操作面板

旋转操作面板与拉伸操作面板中的参数定义基本相同，该操作面板中意义不同的参数介绍如下：

* **位置**：单击该按钮，弹出图 1-20 所示的面板，单击其中“定义”按钮，绘制旋转截面。

* **选项**：单击该按钮，弹出图 1-21 所示的面板，其中角度“第 1 侧”、“第 2 侧”栏供用户选择特征旋转的方式，并显示当前的旋转角度，用户可以在此直接修改旋转角度。“封闭端”是用来选择旋转曲面的特征端面是封闭还是开放的。

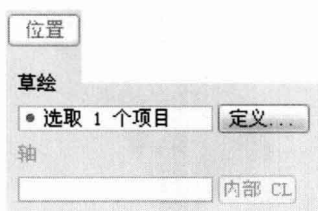


图 1-20 “位置”面板

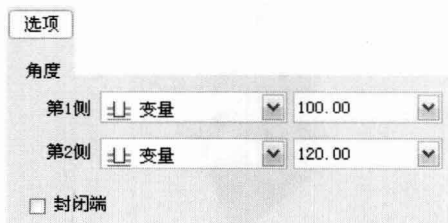




图 1-21 “选项”面板

* ：按指定的旋转角度沿着一个方向旋转。单击该按钮旁边的按钮，弹出如图 1-22 所示的几种旋转模式。





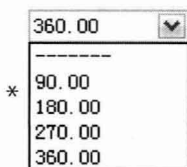

-  可变：自草绘平面以指定的角度值旋转截面
-  对称：自草绘平面的每一侧，以指定角度值的一半旋转截面
-  到选定项：自旋转截面旋转到指定的点、平面或曲面

图 1-22 旋转模式








* ：切剪特征。单击该按钮，系统提示：选取要修剪的面组。在图形窗口，选择要修剪的曲面面组。



：系统提供默认的 4 种旋转角度值，也可以直接输入 0.001~360 之间的任意值。当选择时，系统提示：选取一个参照，如曲面、平面或点以指定第 1 侧的角度。

2. 旋转曲面操作实例

新建→在名称文本框中输入“ch1-1-2-xuanzhuan-qumian”(见附录)→确定。

单击“旋转”按钮,单击按钮,将旋转方式设置为曲面,单击“草绘”按钮,弹出“草绘”对话框,选择 FRONT 为草绘平面,单击“草绘”对话框中的“草绘”按钮,进入草绘模式,绘制如图 1-23 所示的草绘截面。单击完成 (蓝色)按钮,单击 (退出暂停模式)按钮,将旋转方式设置为 对称,并将旋转角度设置为 45°。单击操控板中的“选项”按钮,在弹出的“选项”面板中,选中“封闭端”复选框,单击操控板中的 (绿色)按钮,创建的旋转曲面如图 1-24 所示。

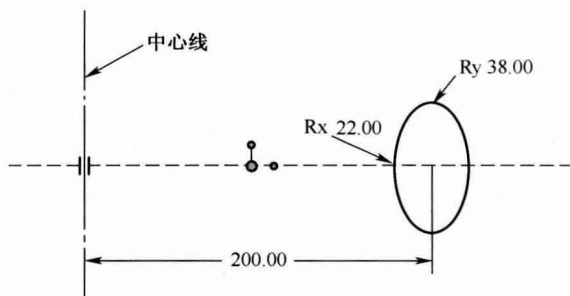


图 1-23 草绘截面

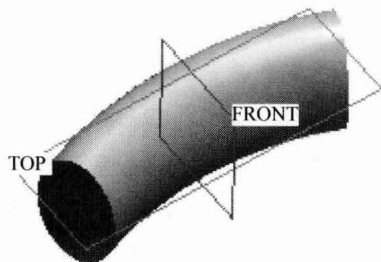


图 1-24 旋转曲面 1

单击“旋转”按钮,单击 (作为曲面旋转)按钮,单击“草绘”按钮,选择 FRONT 为草绘平面,单击“草绘”按钮,进入草绘模式,绘制如图 1-25 所示的草绘截面。单击完成 (蓝色)按钮,单击按钮,将旋转方式设置为 对称,并将旋转角度设置为 65。单击操控板中的“选项”按钮,在弹出的“选项”面板中,选中“封闭端”复选框,单击操控板中的 (绿色)按钮,创建的旋转曲面如图 1-26 所示。

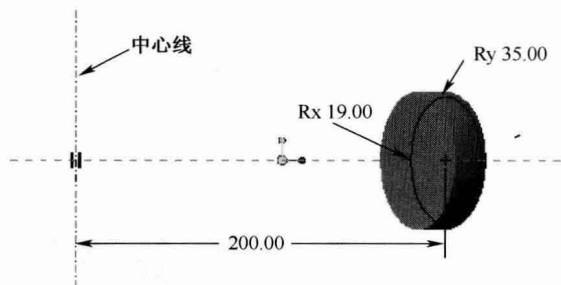


图 1-25 草绘截面

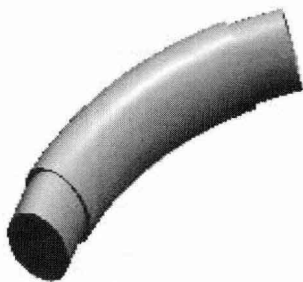






图 1-26 旋转曲面 2

在图形窗口,按住 Ctrl 键,选择创建的旋转曲面 1、2,单击 (合并工具)按钮,单击调整合并方向,如图 1-27 所示,单击操控板中的 (绿色)按钮,完成合并 1。

单击 (基准平面工具)按钮,弹出“基准平面”对话框,参看图 1-29,系统提

示：选取 3 个参照（例如平面、曲面边或点）以放置平面。选取图 1-28 所示的环状参照平面，箭头为基准平面的偏移方向，输入偏距 15，单击“确定”，如图 1-29 所示。

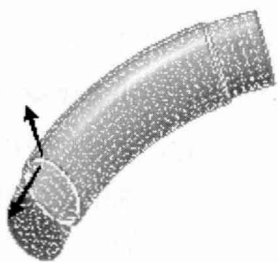


图 1-27 合并 1

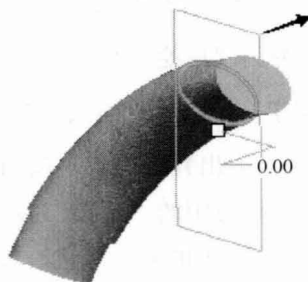


图 1-28 选取参照平面







单击“旋转”按钮→单击（作为曲面旋转）按钮→单击“草绘”按钮→弹出“草绘”对话框，选择 DTM1（创建的基准平面），单击“草绘”，弹出“参照”对话框，选择 TOP 和坐标系 PRT_CSYS_DEF，如图 1-30 所示。单击“参照”对话框中的“关闭”按钮，进入草绘模式→绘制如图 1-31 所示的草绘截面→单击完成（蓝色）按钮→单击按钮→单击操控板中的（绿色）按钮，旋转曲面 3 如图 1-32 所示。



图 1-29 “基准平面”对话框



图 1-30 “参照”对话框

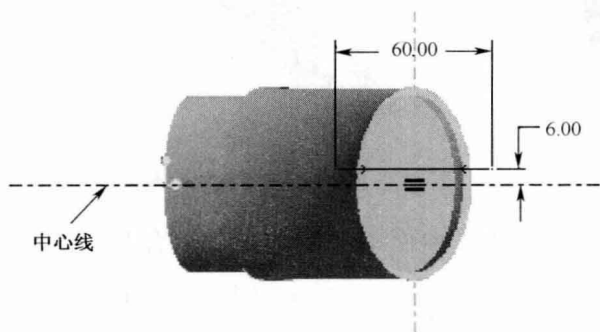


图 1-31 草绘截面

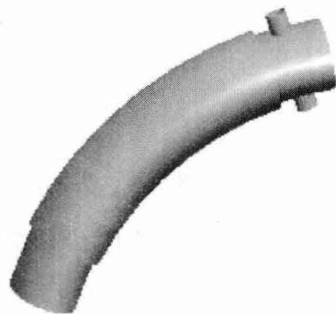


图 1-32 旋转曲面 3




在图形窗口，按住 Ctrl 键，选择合并 1 曲面和旋转曲面 3，单击  (合并工具) 按钮，单击  调整合并方向，如图 1-33 所示。单击操控板中的  (绿色) 按钮，完成合并 2，如图 1-34 所示。



图 1-33 合并方向

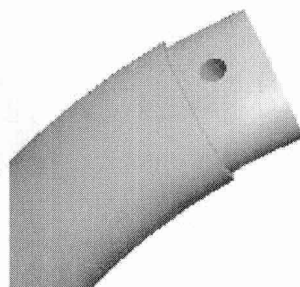


图 1-34 完成合并 2

再以同样方式创建另一侧旋转曲面，完成后，如图 1-35 所示。



单击  (倒角工具) 按钮，在图形窗口，按住 Ctrl 键，选择如图 1-36 所示的两条边，将倒角方式设置为 01×02，并将 01 值设置为 2.00，02 值设置为 5.00，如图 1-37 所示，单击操控板中的  (绿色) 按钮，完成边倒角，如图 1-38 所示。



图 1-35 创建另一侧旋转曲面

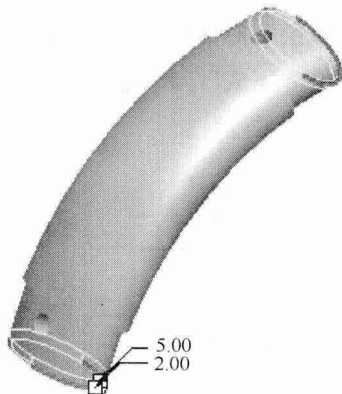


图 1-36 选择边界

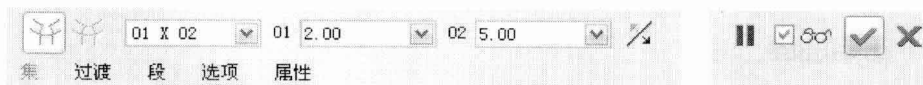


图 1-37 “边倒角”操控板

1.1.3 填充曲面

填充曲面的截面必须是封闭曲线，而且，必须在一个平面上创建。

1. 填充曲面操作面板

选择“编辑”→“填充”命令，弹出“填充”操作面板，如图 1-39 所示。